

Tiina Lämsä

**MAAPERÄN LUONTAISTEN KALIUMVAROJEN JA KALIUMLANNOITUKSEN
MERKITYS SÄILÖREHUNURMEN VILJELYSSÄ TURVEMAILLA IV-
VILJELYVYÖHYKKEELLÄ**

**MAAPERÄN LUONTAISTEN KALIUMVAROJEN JA KALIUMLANNOITUKSEN
MERKITYS SÄILÖREHUNURMEN VILJELYSSÄ TURVEMAILLA IV-
VILJELYVYÖHYKKEELLÄ**

Tiina Lämsä
Opinnäytetyö
Syksy 2018
Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Maaseutuelinkeinojen tutkinto- ohjelma

Tekijä: Tiina Lämsä

Opinnäytetyön nimi: Maaperän luontaisten kaliumvarojen ja kaliumlannoituksen merkitys säilörehunurmen viljelyssä turvemailla IV-viljelyvyöhykkeellä

Työn ohjaajat: Raija Suomela (Oamk) ja Ilkka Mustonen (Yara Suomi)

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2018

Sivumäärä: 73 + 21

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää maan luontaisten kaliumvarojen ja kaliumlannoituksen merkitystä säilörehunurmen satoon ja ravinnetalouteen turvemailla IV-viljelyvyöhykkeellä. Kaliumlannoitussuosituksia on päivitetty viime vuosina, mutta tilatasolla kaliumlannoituksen tarvetta arvioidaan vielä viljavuuskaliumpitoisuuden avulla, joka on osoittautunut heikoksi kaliumtarpeen osoittajaksi herkän vaihtelevuuden vuoksi. Kalium on typen jälkeen tärkein ravinne nurmelle ja vahvan satovasteen vuoksi kaliumin käyttö on usein kannattavaa. Opinnäytetyön toimeksiantajana olivat Oulun ammattikorkeakoulun OmaNauta- hanke ja Yara Suomi.

Opinnäytetyössä selvitettiin reservi- ja viljavuuskaliumpitoisuuksia valtakunnallisesti ja IV–V viljelyvyöhykkeiltä. Työssä selvitettiin havaintoruututuloksien avulla erilaisten kaliumlannoitusmäärien vaikutuksia satomääriin, rehun ravinnepitoisuuksiin sekä peltotaseisiin. Lisäksi selvitettiin kyselyn avulla IV-viljelyvyöhykkeen maatilojen säilörehunurmen kaliumlannoituskäytäntöjä turvemailla ja sitä miten kaliumlannoitus oli vaikuttanut satomääriin ja rehun ravinnepitoisuuksiin.

Työn tietoperustassa hyödynnettiin Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen tutkimuksia kaliumtalouteen liittyen, turvemaiden viljelyn suosituksia, lainsäädäntöä lannoitukseen liittyen sekä kasvintuotannon ravinnetalouteen liittyvää tutkimustietoa. Työn tutkimusaineistoon kuului Eurofins Viljavuuspalvelun reservikaliumtilastoja vuosilta 2012–2017, Yara Suomen ja Hankkija Oy:n Kasvuohjelma -yhteistyön havaintoruututuloksia vuosilta 2016 ja 2017 sekä kyselyn tuloksia kolmelta maatilalta IV-viljelyvyöhykkeeltä.

Tulokset osoittivat maaperän luontaisten kaliumvarojen olevan keskimäärin vähäiset turvemailla. Yllättävää olivat suuret vaihteluvälit reservikaliumpitoisuuksissa turvemailla, multamailla ja kärkeillä kivennäismailla. Havaintoruututuloksista voitiin todeta, että lannoituksen eri ravinne- ja sääoloilla oli selkeä vaikutus satomääriin, rehun ravinnepitoisuuksiin ja peltotaseisiin. Rehun kaliumpitoisuudet olivat matalahkot ja kaliumtaseet olivat pääosin negatiiviset, johon yhtenä syynä saattoi olla liian vähäinen kaliumlannoitus. Tiloille tehdyn kyselyn tuloksista todettiin myös keskimääräistä matalammat rehun kaliumpitoisuudet, johon yhtenä syynä saattoi olla tilojen liian vähäinen kaliumlannoitus turvemailla.

Tilatasolla kaliumlannoituksen tarpeen arvioinnissa tulisi kiinnittää enemmän huomiota viljavuus- ja reservikaliumpitoisuuksiin, rehun kaliumpitoisuuksiin ja suunnitella kaliumlannoitusta myös satotason mukaisesti. Reservikaliumpitoisuuksia tulisi analysoida entistä enemmän, jotta kaliumlannoitusta kohdennettaisiin oikeille kasvulohkoille ja säilörehunurmentuotanto saataisiin siten kannattavammaksi.

Asiasanat: reservikalium, viljavuuskalium, turvemaat, säilörehunurmi, kaliumlannoitus, sato

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Agricultural and Rural Industries

Author: Tiina Lämsä

Title of thesis: Importance of the Natural Potassium Reserve of the Soil and Potassium Fertilization in Silage Cultivation with Peatland in Growing Zone IV

Supervisors: Raija Suomela (Oamk) and Ilkka Mustonen (Yara Finland)

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2018 Number of pages: 73 + 21

The aim of the thesis was to find out the importance of natural potassium resources and potassium fertilization on peatland in the silage production in growing zone IV. Potassium fertilization recommendations have been updated in recent years, but on farm level the need for potassium fertilization is still assessed by the amount of fertility potassium. Fertility potassium is a weak potassium need indicator in cultivation. Potassium is one of the main nutrients for the grass and due to strong harvest yields, potassium utilization is profitable. The assignment of the thesis was given by the OmaNauta project of Oulu University of Applied Sciences and Yara Finland.

The research database was collected from the studies of the Finland's Agrifood Research center concerning potassium economy, the recommendations for peatland cultivation, the legislation on fertilization and the nutrition economy. The research material included Eurofins Grain Services statistics of reserve potassium from years 2012 to 2017. It also included the findings of Yara Finland and Hankkija Co Growth Program for co-operation from 2016 and 2017 and the results of the survey from three farms situated in the growing zone IV.

The results show that the natural potassium reserves of the soil were low on average on peatlands. Surprisingly, there was large variety in the contents of reserve potassium in peat, gravel and in mineral land. From the findings of the observation, nutrients and weather conditions were of great importance to the yield and feed analysis results as well as field balances. On average the potassium content of the silage was low and potassium balance was negative, one reason for that can be too low potassium fertilizer level. From the results of the survey, it can be seen that the potassium content of the silage was also low and one reason for that can be too low potassium fertilizer level on peatlands.

At the farm level assessment of potassium fertilization needs more attention should be paid to silage harvest and reservoir concentrations, potassium levels in silage and potassium fertilization should be planned in accordance with harvest levels. Reserve potassium concentration should be further analyzed in order to get potassium fertilization properly targeted to the right crop segments and to make silage production more profitable.

Keywords: reserve and fertility potassium of the soil, peatland, silage grass, potassium fertilizer, crop

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	MAAPERÄN LUONTAISET KALIUMVARAT	9
2.1	Kasveille käyttökelpoinen kalium	10
2.2	Viljavuuskalium	11
2.3	Reservikalium.....	11
3	TURVEMAAT JA VILJELY	13
3.1	Turvemaalajit.....	13
3.2	Turvemaiden viljely	14
4	SÄILÖREHUNURMEN TUOTANTO JA RAVINNETALOUS	16
4.1	Säilörehunurmen viljely	16
4.2	Pääravinteiden merkitys säilörehunurmilla.....	17
4.3	Nurmien lannoitteet ja maanparannusaineet.....	19
4.4	Säilörehunurmen typpi- ja fosforilannoituksen enimmäismäärät eloperäisillä mailla. 19	
5	NURMEN KALIUMLANNOITUKSEN SUUNNITTELU JA TARPEEN ARVIOINTI	21
5.1	Kaliumlannoituksen suunnittelu viljavuuskaliumin perusteella	21
5.2	Kaliumlannoituksen tarpeen arviointi maan reservikaliumpitoisuuden mukaan	24
5.3	Rehuanalyysien hyödyntäminen kaliumlannoituksen suunnittelussa	25
5.4	Peltotase lannoituksen onnistumisen mittarina	26
6	AINEISTO JA MENETELMÄT	29
6.1	Prosessi	29
6.2	Aineisto ja menetelmät.....	29
7	TULOKSET	31
7.1	Maan luontaiset kaliumpitoisuudet eloperäisillä mailla	31
7.1.1	Valtakunnallisia eloperäisten maiden kaliumpitoisuuksia.....	31
7.1.2	Vertailuarvoja karkeilta kivennäismailta	33
7.1.3	IV–V viljelyvyöhykkeiden eloperäisten maiden tuloksia	34
7.2	Kasvuohjelma -yhteistyön havaintoruututuloksia vuodelta 2016	37
7.3	Kasvuohjelma -yhteistyön havaintoruututuloksia vuodelta 2017	45
7.4	Kyselyn tulokset	52
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	60
9	POHDINTA	64

LÄHTEET.....	68
LIITE 1	74
LIITE 2.....	89
LIITE 3.....	92

1 JOHDANTO

Kalium on nurmen sadontuottokyvyn kannalta heti typen jälkeen tärkein ravinne. Nurmet käyttävät runsaasti kaliumia ja sadon mukana kaliumia voi poistua 50–400 kg hehtaarilta kasvukaudessa. Nurmen kaliumlannoitussuositukset ovat perustuneet aiemmin viljavuusanalyysin kaliumin viljavuusluokkaan. Kaliumlannoituksen määriä ei säädellä niin kuin typen ja fosforin määriä, koska kaliumilla ei ole todettu olevan samanlaisia ympäristövaikutuksia kuin muilla pääravinteilla. Vuotuinen kaliumlannoituskustannus voi nousta korkeaksi, toisaalta kaliumlannoituksen kannattavuus on hyvä vahvan satovasteen vuoksi (Virkajärvi, Kykkänen, Rätty, Hyrkäs, Järvenranta, Isolahti & Kauppila 2014, 3).

Viljavuusanalyysien kalium on osoittautunut nurmilla heikoksi kaliumtarpeen ennustajaksi herkan vaihtelevuuden vuoksi. Maan kaliumtilaa laajemmin kuvaavaa reservikaliumpitoisuutta on ehdotettu paremmaksi lannoitustarpeen mittariksi. Kaliumtarvetta voidaan arvioida myös rehun ruokinnallisten ominaisuuksien perusteella eli rehuanalyysin avulla sekä lohko-kohtaisia satotasojia ja kasvustoa seuraamalla. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen tutkimuksien tulosten pohjalta on voitu luoda uudet kaliumlannoitussuositukset, jotka perustuvat maan reservikaliumin määritykseen. Käytännössä viljelijää ohjataan seuraamaan erityisesti rehun kaliumpitoisuutta, joka kertoo lannoituksen onnistumisen. (Virkajärvi ym. 2014, 3.)

Suurin osa viljellyistä turvemaista sijaitsee Suomen pohjoisosassa. Määrällisesti eniten turvepeltoja on Pohjois- Pohjanmaalla, jossa kolmasosa pelloista on turvemaata. (Lampela 2014, 8.) Turvemaat ovat luontaisesti happamia, märkiä, vähäravinteisia ja hallanarkoja, jonka vuoksi niiden viljely vaatii aina kalkitusta ja lannoitusta (Myllys 1998, 64–66).

Opinnäytetyön päätavoitteena on selvittää maan luontaisten kaliumvarojen ja kaliumlannoituksen merkitystä säilörehunurmen satomääriin, rehun ravinnepitoisuuksiin ja ravinnetalouteen.

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin reservikalium- ja viljavuuskaliumpitoisuuksia valtakunnallisesti ja IV–V viljelyvyöhykkeiltä Eurofins Viljavuuspalvelun reservikaliumtilastoista vuosilta 2012–2017. Kaliumlannoitusta ja sen vaikutuksia satomääriin, rehun ravinnepitoisuuksiin sekä peltotaseisiin selvitettiin tutkimusaineistoista, jotka olivat Yara Suomen ja Hankkija Oy:n Kasvuohjelma -yhteistyön havaintoruututuloksia vuosilta 2016 ja 2017. Lisäksi selvitettiin kyselyn avulla IV-

viljelyvyöhykkeen maatilojen lannoitusta ja erityisesti kaliumlannoituskäytäntöjä yhden nurmenkierron ajalta turvemaalohkoilta ja sitä, miten kaliumlannoitus on vaikuttanut satomääriin, rehun ravinnepitoisuuksiin sekä viljelijöiden omia arvioita tilan kaliumlannoituksesta ja ravinnetaloudesta.

Opinnäytetyön toimeksiantajina ovat OmaNauta- hanke ja Yara Suomi. OmaNauta- hanke järjestää pienryhmätoimintaa Keski- ja Pohjois- Pohjanmaan maidon- ja naudanlihantuotannon yrittäjille. Vertaistukeen, tiedonjakamiseen ja asiantuntijoiden ohjaukseen perustuvissa pienryhmissä on mahdollisuus pohtia, tarkastella ja tehostaa tilojen omia tuotantoprosesseja. Hanketta rahoittaa Euroopan Maaseudun kehittämisen maatalousrahasto. Hanketta hallinnoi Oulun ammattikorkeakoulu (Oamk) ja hanketta toteutetaan yhteistyössä Keski- Pohjanmaan koulutusyhtymän (Kpedu), Jokilaaksojen koulutuskuntayhtymän (JEDU) ja Luonnonvarakeskuksen (LUKE) kanssa. (Oamk, viitattu 29.3.2018.)

Yara on maailmanlaajuinen lannoitevalmistaja, jolla on yli 15 000 työntekijää ja myyntiä yli 160 maassa. Suomessa Yaralla on kolme tuotantolaitosta, joka työllistää 900 henkilöä. (Yara Suomi 1/2018. 2.)

2 MAAPERÄN LUONTAISET KALIUMVARAT

Maaperän kivennäisaines on syntynyt mannerjäätikön peruskalliosta mekaanisesti rouhimasta aineksesta, minkä takia kallioperän kivilaji- ja mineraalikoostumus heijastuu maaperän ominaisuuksiin. Maalajitteiden välillä on eroja raekoossa ja mineralogiassa, jotka vaikuttavat maalajien reaktioaktiivisuuteen ja ravinteisuuteen (Hartikainen 1992, 9; Hartikainen 2009a, 31), kuten kaliumpitoisuuteen.

Maaperän luontaiset kaliumvarat voidaan jaotella neljään eri luokkaan: maanesteen kaliumiin, vaihtuvaan kaliumiin, vaikeasti vaihtuvaan kaliumiin ja mineraalien kaliumiin (Virkajärvi ym. 2014, 7). Maanesteen kalium on kasveille helppoliukoista kaliumia. Vaihtuva kalium on kiilteiden pinnalla olevaa kaliumia, joka vapautuu maanesteeseen kationinvaihdon avulla eli kun maanesteen ravinnepitoisuus pienenee. Vaikeasti vaihtuva kalium on lähellä kiilteiden pintaa olevaa kaliumia, joka vapautuu hydraloitumisen eli veden avulla. Mineraalien kalium on kiilteen rakenteissa olevaa kaliumia, joka vapautuu hitaasti rapautumalla. (Rangel 2008, 22.)

Suomessa on alueellisia eroja maalajien luontaisissa kaliumvaroissa. Suomalaisen kallioperän mineraalikoostumuksessa pääosa on silikaattimineraaleja. Silikaattimineraalit ovat monimuotoinen mineraaliryhmä, johon kuuluvat kiilteet ja kalimaasälpä. Kiilteet ja maasälvät ovat primaarisia mineraaleja, joista rapautumalla muodostuu savimineraaleja eli sekundaarisia mineraaleja kuten biotittiä, vermikuliittiä ja illiittiä, jotka sisältävät kaliumia. (Hartikainen 2009a, 31.) Kiilteiden mineraaleista biotiitti rapautuu helpommin kuin muut, jonka vuoksi se on merkittävä kaliumin luontainen lähde (Virkajärvi ym. 2014, 11).

Kaliumia on maassa verrattain runsaasti (yleensä 0,4–30 g / kg), valtaosa maan kokonaiskaliumista (noin 98 %) on mineraalien hilarakenteissa ja hilaväleissä, ja siten maanesteessä ja vaihtuvana oleva kaliumin osuus kokonaiskaliumista on hyvin pieni (Sparks 2000, 38; Huang 2005, 227). Suomalaisen pohjamaiden kokonaiskaliumpitoisuuden on raportoitu vaihtelevan 24–34 g / kg maalajista riippuen (Virkajärvi ym. 2014, 7).

2.1 Kasveille käyttökelpoinen kalium

Maanesteen kaliumvarat muodostuvat maanesteen välittömästi käyttökelpoisesta kaliumista ja vaihtuvasta kaliumista, jotka ovat kasvien kannalta tärkeimpiä kaliumin lähteitä. Murto-osa maan kaliumista on maanesteessä, joten se ei yleensä riitä kuin hetkellisesti täyttämään kasvien kaliumin tarvetta. Kaliumreservien välillä vallitsee aktiivisesti muuttuva tasapainotila ja maanesteen kaliumpitoisuus riippuu reaktioiden suunnasta ja nopeudesta sekä kosteudesta, kationeista, kasvien kaliuminotosta, huuhtoutumisesta ja lannoituksesta. (Sparks 2000, 38; Huang 2005, 227.)

Kaliumilla on kasvissa monia tehtäviä. Erityisesti kalium vaikuttaa osmoottisen potentiaalín säätelyyn, ilmarakojen avautumiseen ja sulkeutumiseen ja sen kautta transpiraatioon sekä hapen ja hiilidioksidin vaihtoon. Osmoottisen paineen muodostumisessa kalsium, magnesium, natrium ja orgaaniset molekyylit kuten sokerit voivat osittain korvata kaliumin. Kalium toimii lisäksi vähintään 60 erilaisen fotosynteesiin, proteiini- ja tärkkelyssynteesiin sekä kasvin kasvuun liittyvän entsyymin aktivaattorina. Kaliumin puute näkyy kasveissa niin sanottuna päiväkuivumisena, jolloin kasvit eivät pysty sulkemaan ilmarakojaan riittävän tehokkaasti ja kosteus kasvista karkaa liian helposti. Muut kaliumin puutosoireet voivat näkyä myös lehtien kärkien kellastumisena eli kloroosina, jolloin sairaan ja terveen solukon välissä näkyy selkeä ero. Kaliumin puutteen ollessa runsasta lehdet muuttuvat ruskeiksi, solukko kuolee ja kasvusto näyttää palaneelta. (Virkajärvi ym. 2014, 12–13.)

Kasvituotannossa kalium on yksi keskeisimpiä ravinteita. Kasveissa sitä on lähes yhtä paljon kuin tyypeä; noin 1,5 % kuiva-aineesta. Mitä varhaisemmasta kasvuasteesta on kyse, sitä suurempi on yleensä kasvin kaliumpitoisuus. Koska nurmikasvit korjataan yleensä ennen siementen muodostumista, on niiden kuiva-aineen kaliumpitoisuus yleensä korkeampi: 2–3 %. Jos kaliumia on maassa runsaasti tarjolla, puhutaan luksusotosta. Tällöin nurmi ottaa kaliumia enemmän kuin sen kasvun ja elintoimintojen kannalta on tarpeen ja kuiva-aineen kaliumpitoisuus voi nousta yli 4 %:iin. Rehun eläinravitsemuksellisen laadun kannalta on huomioitava se, että vaikka maanesteessä on yleensä vähemmän kaliumia kuin kalsiumia tai magnesiumia, kilpailutilanteessa kalium syrjäyttää kalsium-, magnesium- ja natriumioneja. (Virkajärvi ym. 2014, 12.)

Nurmet eroavat muista viljelykasveista kaliuminoton suhteen. Monivuotisuutensa sekä laajan, tiheän ja syvän juuriston avulla nurmikasvit voivat ottaa ja hyödyntää pintamaan kaliumin lisäksi pohjamaan eli jankon kaliumvaroja tehokkaasti. Nurmikasvien kaliumtarvetta lisää se, että nurmisato korjataan 2–3 kertaa kasvukaudessa, minkä jälkeen kasvi tarvitsee kaliumia uusien

vegetatiivisten kasvinosien kasvuun. Sadon mukana poistuu huomattavia määriä kaliumia tyypillisesti 150–250 kg/ ha/ v. (Virkajärvi ym. 2014, 7, 13.)

Maaperän kaliumvarojen hyödyntämistä voidaan edistää muun muassa monipuolisella viljelykierrolla, viljelemällä monivuotisia palko- ja nurmikasveja, maan rakennetta hoitamalla ja aktivoimalla maan pieneliötoimintaa sekä käyttämällä eloperäistä lannoitusta. (Rajala 2006a, 147.)

2.2 Viljavuuskalium

Viljavuustutkimuksessa määritetään kasveille käyttökelpoinen maanesteen vaihtuva kalium eli niin sanottu viljavuuskalium uuttamalla maata happamalla ammoniumasetaattiliuoksella (Virkajärvi ym. 2014, 7). Viljavuuskaliumin määrän on todettu tutkimuksissa vaihtelevan huomattavasti reservikaliumia herkemmin ja toisaalta korkea reservikaliumtila ei johda välttämättä korkeaan viljavuuskaliumin määrään maassa. Nurmien runsas kaliuminotto voi johtaa maan viljavuuskaliumin nopeaan laskuun, vaikka reservikaliumin määrä maassa ei muuttuisi (Saarela 2001, 107).

Helposti vaihtuvan kaliumin pitoisuus eri maalajeilla vaihtelee huomattavasti Viljavuuspalvelu Oy:n tekemän vuosien 1986–2000 peltojen viljavuusanalyysien yhteenvedon mukaan. Aitosavimaiden kaliumpitoisuus on selvästi muita maalajeja korkeampi. Karkeilla kivennäismailla kaliumin pitoisuudet ovat hiedoilla ja hiesuilla hieman alle 150 mg/ l maata, hiekkojen kaliumpitoisuuksien jäädessä selvästi tämän alle. Eloperäisten maiden kaliumpitoisuudet olivat pienemmät muihin maalajiryhmiin verrattuna, vaihdellen runsaasta 50 mg/l maata vajaaseen 100 mg/l maata. Kivennäismailla kaliumpitoisuuteen vaikutti maan multavuus. (Virkajärvi ym. 2014, 10.)






2.3 Reservikalium

Maan vaikeasti vaihtuva kalium eli niin sanottu reservikalium (happoliukoinen kalium) määritetään yleensä suolahappouutolla. Kyseinen analyysituloks on voimassa 10–20 vuotta. Happouutto kuvastaa kasveille käyttökelpoisina pidettyjä kaliumvaroja. Reservikaliumin lähteenä olevat kiilteet ja savimineraalit liukenevat osin happouutossa, kun taas runsaasti kasveille käyttökelvotonta kaliumia sisältävät maasälvät eivät ole happoliukoisia. Reservikaliumpitoisuutta maassa ei voida ennustaa luotettavasti viljavuustutkimuksen vaihtuvan kaliumin pitoisuuden tai maalajin

perusteella. Poikkeuksena ovat savimaat, joilla reservikaliumpitoisuus on tyypillisesti korkea (Virkajärvi ym. 2014, 7, 9).

Maan ravinnereserveistä kaliumin lisäksi fosforin ja magnesiumpitoisuuksia voidaan tulkita eri viljavuusluokkiin Eurofins Viljavuuspalvelun ravinnereservien tulkintaohjeen (taulukko 1) avulla.

TAULUKKO 1. Eurofins Viljavuuspalvelun maan ravinnereservien tulkinta (Eurofins Viljavuuspalvelu 2018, viitattu 18.4.2018).

Maan ravinnereservien tulkinta									
Maan ominaisuus ja maalajiryhmä	V I L J A V U U S L U O K K A								
	Huono		Huonon- lainen		Välttävä		Tyydyt- tävä		Hyvä
									
Kalium, K mg/l - kaikki maalajit	-	250	-	500	-	1000	-	2000	-
Fosfori, P mg/l - kaikki maalajit	-	100	-	200	-	400	-	600	-
Magnesium, Mg mg/l - kaikki maalajit	-	250	-	500	-	1000	-	2000	-

3 TURVEMAAT JA VILJELY

Suomessa maatalousmaat jakaantuvat kivennäismaalajeihin ja eloperäisiin maalajeihin. Eloperäiset maalajit luokitellaan niiden sisältämän orgaanisen aineksen määrän ja syntyvän mukaan. Maa luokitellaan turvemaaksi, kun eloperäisen aineksen osuus on yli 40 %. (Hartikainen 2009b, 30.)

Turve on muodostunut epätäydellisen hajoamisen seurauksena kosteissa ja hapettomissa olosuhteissa erilaisten suokasvien jäänteistä ja sen rakenne ja koostumus vaihtelevat kasvilajikoostumuksen ja maatumisasteen mukaan (GTK 2018, viitattu 12.3.2018).

3.1 Turvemaalajit

Turvemaiden päätyypit ovat saraturve (Ct) ja rahkaturve (St). Turvemaat sitovat paljon vettä ja lämpenevät hitaasti keväällä. Turvemaat ovat ominaisuuksiltaan vaihtelevia osittain sen mukaan, mistä kasveista turve on muodostunut ja osittain turvekerroksen paksuuden mukaan. Mitä paksumpi turvekerros on, sitä niukkaravinteisempi maa yleensä on (Yli-Halla 2017a, 16).

Saraturvetyyppejä on neljä erilaista: ruskosammalturve (BCt), saraturve (Ct), metsäsaraturve (LCt) ja rahkasaraturve (SCt). Saraturpeet ovat muodostuneet sarakasvien, lehtisammalten, heinien ja ruohojen jäänteistä. Saraturpeissa voi olla myös kortteen varsia, sarojen pähkylöitä ja raatteen siemeniä. Silmämääräisesti määritettävänä aineksina turpeessa voi olla puiden ja varpujen jäänteitä. Saraturpeissa on runsaasti typpeä ja niiden kalsiumpitoisuus on suurempi ja pH korkeampi kuin rahkaturpeiden. (GTK 2017, viitattu 12.3.2018.)

Rahkaturvetyyppejä on kolme erilaista: sararahkaturve (CSt), metsärahkaturve (LSt) ja rahkaturve (St). Rahkaturpeet ovat muodostuneet vaatimattomista rahkasammalista ja tupasvillasta sekä varvuista. Raa'assa rahkaturpeessa sammalien lehdet, pehmeät varret ja varvut ovat selvästi tunnistettavissa. Turve on väriltään vaaleaa. Kosteassa maatumineessa turpeessa rahkan saippuamaisuus ja liukkaus on hyvä tuntomerkki. Kuivuessaan rahkaturve tulee savimaisen kovaksi ja tummaksi. Rahkaturpeet ovat vähäravinteisia ja happamia. (GTK 2018, viitattu 12.3.2018.)

Suomessa turvemaita on viljelty vuosisatojen ajan. Väestön kasvaessa peltoja raivattiin kivennäismaiden lisäksi soille, joita on Suomessa runsaasti ja niiden raivaus oli helppoa. Suotyyppien soveltuvuus viljelyyn on vaihtelevaa ja niiden viljelyvarmuus on yleensä heikompi kuin kivennäismailla. Nykyisin turvemaan huonoja ominaisuuksia voidaan parantaa kalkituksella, lannoituksella ja teknisillä keinoilla. (Myllys 1998, 64–66.)

Aikoinaan soista on raivattu peltoa 0,7–1,0 miljoonaa hehtaaria. Osa on poistunut viljelykäytöstä ja osasta on turve hajonnut pois. Turvemaapelto muuttuu hiljalleen multa- tai kivennäismaaksi. Nykyisin soista raivattua peltoa on viljelykäytössä arviolta 310 000 hehtaaria koko Suomessa (Hotanen 30.5.2016). Taloustohtorin maannostieto- palvelun mukaan vuonna 2018 Pohjois-Pohjanmaalla peltoala on 241 070 hehtaaria, josta turvemaiden osuus on 64,5 %.

Kasvihuonekaasuja vapautuu turvemaapelloilta moninkertaisesti kivennäismaapelloihin verrattuna. Typpeä huuhtoutuu vesistöihin turvemaapelloilta kolminkertaisesti kivennäismaapelloihin verrattuna. Ympäristövaikutuksia koetetaan vähentää ohjaamalla turvemaita nurmen viljelyyn. (Hotanen 2016.)

3.2 Turvemaiden viljely

Turvemaat ovat liian happamia suurimmalle osalle viljelykasveista. Kalkituksella voidaan nostaa pH:ta ja muuttaa maan pää- ja hivenravinteet paremmin kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Luontaisesti vähäravinteiset turvemaat eivät menesty viljelyssä ilman lannoitusta. (Myllys 1998, 64–66.)

Saraturvemaat ovat typen osalta ravinteikkaita ja niiden viljely onnistuu Etelä- Suomessa lähes ilman typpilannoitusta keskimääräisillä satotasolla, mutta Pohjois- Suomessa ravinteiden hajoaminen kasveille käyttökelpoiseksi on liian hidasta tyydyttämään kasvien typen tarvetta. Rahkaturvemaat, jotka ovat saraturvemaita vieläkin niukempiravinteisia, tarvitsevat enemmän lannoitusta. Turvemaiden viljelyominaisuuksia parannetaan lannoituksella ja kalkituksella. Lannoituksen tasoa suunniteltaessa kannattaa huomioida maan omat ravinnevarat viljavuusanalyysiä hyödyntäen. (Myllys 1998, 64–66.)

Turvemaiden märkyys johtuu turpeen suuresta vedenpidätyskyvystä. Märkyys voi huonontaa maan kantavuutta ja kasvien juurten ilmansaantia. (Myllys 1998, 66–69.)

Turvemaat kannattaa kyntää syksyllä, jotta maa ehtii kuivua keväällä. Turvemaat ovat yleensä hallanarkoja, sillä niiden lämmönjohtavuus on heikko. Turvemaan routa sulaa keväällä hitaasti, vaikka routa ei yllä yhtä syvälle kuin kivennäismailla. Kasvukauden pidentämiseksi muokkaus- ja kylvötyöt kannattaa tehdä maan pinnan sulettua, vaikka maa routisi syvältä. (Myllys 1998, 68–69.)

Painuminen on yleistä ojitetuilla ja viljellyillä turvemailla. Painuminen aiheutuu maan tiivistymisestä, turpeen kutistumisesta ja turpeen hajoamisesta bakteerien hajottaessa orgaanista ainesta. Maa-ainesta poistuu myös huuhtoumina vesistöön. Painuva turvekerros ohenee ja lopulta kynnettäessä sekoittuu alapuoliseen kivennäismaahan muuttuen vähitellen multa- ja kivennäismaaksi. (Myllys 1998, 66–67.)

4 SÄILÖREHUNURMEN TUOTANTO JA RAVINNETALOUS

Nurmen viljely on Suomen yleisin pellonkäyttömuoto. Vuonna 2014 säilörehua tuotettiin 470 000 hehtaarilla. Maidon- ja naudanlihantuotantotilojen maataloustulosta noin 30 % tulee nurmentuotannosta. (Luonnonvarakeskus 2016, viitattu 29.3.2018.)

Suurin osa nurmista on monivuotisia ja ne uudistetaan kolmen–neljän vuoden välein. Nurmissa käytettävät kasvilajit jaetaan nurmiheiniin ja nurmipalkokasveihin. Nurmikasveilla on monivuotisia kasveina tehokas juuristo ja ero yksivuotisiin kasveihin on suurin keväisin ja syksyisin. Juuriston syvyys, määrä ja jakauma eri maakerrosten välillä riippuu kasvi- ja maalajista, maan kosteusoloista sekä nurmen iästä ja niittotiheydestä. Maan hyvä rakenne on tärkeä juurten kasvulle ja niiden hapen saannille, ravinteiden otolle ja veden kulkeutumiselle. Nurmiviljely lisää orgaanista ainesta maahan ja parantaa maan kuohkeutta. (Virkajärvi & Pakarinen 2010, 25, 28.)

4.1 Säilörehunurmen viljely

Nurmen viljelyn tavoitteena on saada maksimaalinen sato ja rehua, jossa on hyvät ruokinnalliset arvot. Nurmen viljelyn tavoitteiden avulla turvataan maidon korkeat pitoisuudet, tuotostaso, tehokas kasvu sekä alhaiset tuotantokustannukset. Säilörehun optimaalinen sulavan orgaanisen aineksen määrä eli D- arvo on 680–700 g/ kg ka. D-arvo vaikuttaa olennaisesti siihen, miten lehmä pystyy hyväksi käyttämään säilörehua. D-arvo mittaa tehokkaasti säilörehun energia-arvon ja tuotantovaikutuksen. (Nurmiopas 2014, 4.) Rehun sulavuuteen ja kokonaiskuiva-aineen määrään vaikuttavat olennaisesti sekä korjuuajankohta että korjuukertojen lukumäärä. (Hyrkäs, Kykkänen, Virkajärvi, Pehkonen, Hyvärinen, Järvenranta, Suomela & Kurki 2014, 5.)

Säilörehunurmentuotannon sadon määrän nostaminen yli 6000 kuiva-ainekiloon hehtaarilta pienentää yksikkökohtaisia tuotantokustannuksia merkittävästi. Nurmisadon määrään vaikuttaa oleellisesti se, miten monta satoa tavoitellaan. Ensimmäinen sato on tyypillisesti runsain ja sen jälkeen kasvuedellytykset satovuosina turvataan hyvällä perustamisella ja nurmikasvilajin valinnalla, jotka edesauttavat talvehtimisen onnistumista. Jälkisatojen hyvä kasvu saavutetaan riittävällä lannoituksella. (Peltonen & Sairanen 2010, 11–12.)

Tärkeimmät Suomessa viljeltävät nurmiheinät ovat timotei ja nurminata, joita viljellään yleensä nurmiseoksina. Myös ruokonataa käytetään nurminadan tilalla timotein seoskumppanina. (Niskanen & Niemeläinen 2010, 31.)

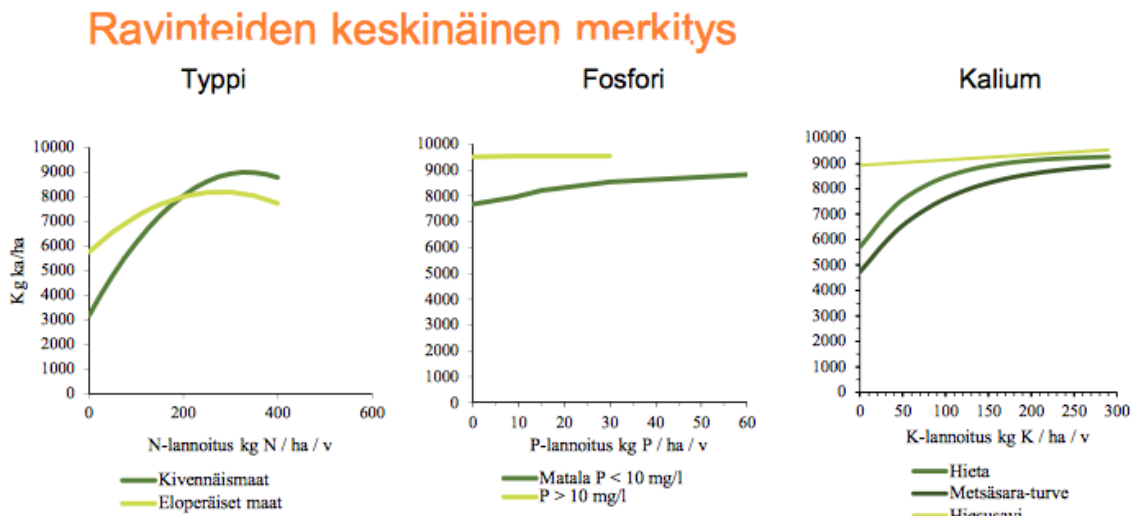
Lämpötila, vesi ja valo ovat kasveille elintärkeitä ulkoisia kasvutekijöitä, jotka määräävät kasvukauden kasvuolosuhteita. Kasvukauden pituus on Suomessa rajallinen ja se vaihtelee Etelä- ja Pohjois-Suomen välillä, etelässä kasvukausi kestää 180 päivää ja pohjoisessa vain 110 päivää. Lämpötila rajoittaa Suomessa eniten. Valon määrä Suomessa on kasvukauden ajan yleensä riittävä, mutta sadetta voi tulla kasvukauden aikana liian vähän tai liian paljon (Mäkelä, Seppänen, Stoddard & Yli-Halla 2008, 8). Kasvit kärsivät molemmista ääripäistä. Viljelyssä ulkoisiin tekijöihin voidaan vaikuttaa, esimerkiksi onnistuneella ojituksella ja kastelulla voidaan tasapainottaa peltomaan vesitaloutta ja kasvien vedensaintia (Yli-Halla 2009, 6–18).

4.2 Pääravinteiden merkitys säilörehunurmilla

Typpi, fosfori ja kalium ovat nurmien tärkeimmät pääravinteet ja ne ovat kasvin sisällä hyvin liikkuvia ravinteita. Liikkuvan ravinteen osalta kasvit kykenevät sopeutumaan joustavammin kyseisen ravinteen tilapäiseen puutteeseen. Kasvi pystyy pitämään parhaaseen kasvuun tarvittavan ravinnepitoisuuden yllä siirtämällä ravinteita aktiivisiin kasvosiin kasvunsa lopettaneista vanhoista kasvinosista. (Kleemola & Yli-Halla 2009, 25.)

Säilörehunurmia lannoitetaan yleensä typen ja fosforin maksimimäärillä, joita määrää ympäristökorvaus ja viimeistään nitraattiasetus. Kaliumlannoitusta ei rajoiteta niin kuin typpeä ja fosforia, koska sillä ei ole merkittäviä ympäristövaikutuksia kuten muilla pääravinteilla on. Kaliumlannoitus tulisi suunnitella satotason mukaan. Pääravinteiden määrillä on lannoituksessa suora yhteys satomäärään erityisesti eloperäisillä mailla. Fosforin osalta merkitys ei ole niin suuri kuin typellä ja kaliumilla. MTT:n tutkimuksessa tutkittiin pääravinteiden lannoitusmäärien keskinäisiä vaikutuksia satotasoon kivennäis- ja eloperäisillä mailla (kuvio 1). Tutkimuksessa todettiin pääravinteiden keskinäinen merkitys satomääriin. Yli 200 kg:n typpilannoitus hehtaarille vuodessa nosti satomäärän eloperäisillä mailla 3000 kg:sta ka ja kivennäismaiden 6000 kg:sta ka noin 8000 kg:aan ka / ha. Fosforilannoituksen osalta matalan fosforin mailla (P alle 10 mg/l) 20 kg hehtaarille vuodessa nosti lievästi satomäärää. Kaliumin osalta 150 kg:n kaliumlannoitus hehtaarille vuodessa nosti satomäärän hietamaiden 6000 kg:sta ka ja metsäsaraturvemaiden 5000

kg:sta ka noin 8000 kg:aan ka/ ha. Hiesusavimailla kaliumlannoituksella ei ollut merkitystä satomäärään.



KUVIO 1. Pääravinteiden keskinäinen merkitys numilla (Virkajärvi, Kykkänen, Hyrkäs, Järvenranta & Rätty 2016, viitattu 3.4.2018).

Typpi on tärkein ravinne nurmituotannossa sillä se tehostaa myös muiden ravinteiden ottoa. Typpilannoituksella on vaikutus rehun valkuaispitoisuuteen: yksi kilo typpeä tuottaa 0,05 prosenttiyksikköä raakavaluaista. (Virkajärvi ym. 2016, viitattu 3.4.2018.) Typen puute vähentää kasvin lehtivihreän muodostumista (Mäntylähti, Jaakkola & Kari 2009, 54).

Fosfori on välttämätön ravinne nurmelle ja eläimelle. Sen tärkeimmät tehtävät kasvilla on DNA:n ja RNA:n nukleinihapoissa ja energia-aineenvaihdunnassa. Nurmi ottaa fosforia tehokkaasti maasta. Fosforin vaikutus sadonmuodostukseen ei ole yhtä selkeä kuin typen ja kaliumin. Alhainen nurmen fosforipitoisuus johtuu useammin säiden kylmyydestä kuin lannoituksesta. (Virkajärvi ym. 2016, viitattu 3.4.2018.) Fosforin puute hidastaa kasvuston ja juuriston kehitystä (Mäntylähti ym. 2009, 54).

Kalium on typen jälkeen tärkein sadonmuodostukseen vaikuttava ravinne. Kaliumlannoituksen on todettu tutkimuksissa alentavan systemaattisesti D-arvoa. Rehun kaliumpitoisuuden vaikutus eläinravitsemukseen on merkityksellinen. Korkea kaliumpitoisuus muuttaa kationi–anioni tasapainon suhteita huonompaan suuntaan, jonka seurauksena voi olla laidun- ja

poikimahalvausriski sekä utaretulehduksia. Säilörehun kaliumpitoisuuden suositellaan olevan alle 30 g/ kg ka (Virkajärvi ym. 2016, viitattu 3.4.2018). Kaliumin puute aiheuttaa lyhyttä ja matalakasvuista kasvustoa, koska kasvin nivelvälit kehittyvät heikosti (Mäntylähti ym. 2009, 54).

4.3 Nurmien lannoitteet ja maanparannusaineet

Mineraalilannoitteiden valikoimassa on erilaisia lannoitteita, joiden pitoisuudet ja vaikutusmuoto vaihtelevat. Tyypeä Suomessa käytetään pääosin nopeasti liukenevassa muodossa. Fosforia saadaan maaperästä louhittavasta apatiitista. Kaliumlannoitetta saadaan maaperästä louhittavasta kaliumsuolasta. (Kleemola, Partanen, Kari & Peltonen, 32.)

Karjanlanta on monipuolinen lannoitus- ja maanparannusaine. Karjanlannan sisältämät ravinteet kuten liukoinen typpi, fosfori ja kalium ovat miltei heti kasvuston käytettävissä. Pääravinteiden lisäksi karjanlanta sisältää myös kasvien tarvitsemia sivu- ja hivenravinteita. Lannan maanparannusvaikutus on monipuolinen ja pitkäkestoinen. (Rajala 2006b, 149.)

Typpilannoitteet happamoittavat maata, jonka vuoksi happamoitumisen estämiseksi pellot on syytä kalkita säännöllisesti. Nurmen viljelyssä maan happamuuden (pH) tavoite on vähintään 6. Erilaisia kalkitusaineita ovat kipsi eli hidasliukoinen kaliumsulfaatti, dolomiittikalkki ja biotiitti. (Virkajärvi, Saarijärvi & Nykänen 2010, 64–65.)

4.4 Säilörehunurmen typpi- ja fosforilannoituksen enimmäismäärät eloperäisillä mailla

Nurmen lannoitustarve määrittyy pitkälti peltomaan ravinnevaroista, maalajista, korjuukertojen lukumäärästä ja sadon määrä- ja laatuavoitteista. Oikein lannoittamalla voidaan vaikuttaa tulevan sadon määrään ja laatuun, tilan talouteen sekä ympäristökuormitusriskiin. Ravinteista merkittävimpiä ovat sadon kehityksen ja tilan talouden kannalta pääravinteet typpi, fosfori ja kalium. (Kykkänen & Virkajärvi 2014, viitattu 11.2.2018.)

Kaikkaa viljelyä sitoo typpilannoituksen enimmäismäärä nitraattiasetuksen mukaisesti eli Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamiseksi (VNa 1250/ 2014). Nitraattiasetuksen mukaan liukoisen typen enimmäismäärä on nurmilla eloperäisillä mailla 210 kg/ ha/ vuosi. (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja

puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamiseksi 2014, viitattu 13.3.2018.) Liukoisen typen enimmäismäärää ei saa ylittää. Jos liukoista typpeä levitetään enemmän kuin 150 kg/ ha vuodessa, on määrä levitettävä vähintään kahdessa erässä, joiden levittämisen välissä on vähintään kaksi viikkoa. (Maaseutuvirasto 2015, viitattu 13.3.2018.)

Nitraattiasetusta tiukempia rajoituksia asettaa vapaaehtoinen ympäristökorvaus (Valtioneuvoston asetus ympäristökorvauksesta 235/ 2015 ja valtioneuvoston asetus ympäristökorvauksen muutos 179/ 2016). Ympäristökorvauksessa typpilannoitustasot perustuvat lohkon viljavuusnäytteen perusteella määritettyyn multavuusarvoon. Karjanlannan liukoisen typen pitoisuus lasketaan 100 prosenttisesti tai taulukkoarvojen mukaan. Tuotantoeläinten lannassa ja lantaa sisältävissä organisissa lannoitevalmisteissa kokonaistyppeä saa levittää enintään 170 kg/ ha/ vuosi. (Maaseutuvirasto 2015, viitattu 13.3.2018.)

Asetuksesta VNa 235/ 2015 selviää fosforilannoituksen enimmäismäärät, jotka määritellään viljavuusluokan perusteella (Valtioneuvoston asetus ympäristökorvauksesta 235/ 2015, viitattu 29.5.2018.) Fosforilannoituksessa voidaan käyttää fosforintasausta ja lantapoikkeusta. Lantapoikkeusta voidaan soveltaa vain, kun käytössä on pelkästään kotieläinten lantaa. (Maaseutuvirasto 2016, viitattu 22.5.2018.) Ympäristökorvauksen ympäristösitoumuksen perustason vaatimusten yhtenä toimenpiteenä on ravinteiden tasapainoinen käyttö. Fosforin käytön osalta viljelijä saa levittää fosforia viiden vuoden aikana peltohehtaaria kohden enintään 325 kg/ ha. (Maaseutuvirasto 2015, viitattu 13.3.2018.)








5 NURMEN KALIUMLANNOITUKSEN SUUNNITTELU JA TARPEEN ARVIOINTI

5.1 Kaliumlannoituksen suunnittelu viljavuuskaliumin perusteella

Perinteisesti kaliumlannoituksen suunnittelu on perustunut viljavuustutkimuksen kaliumiin (taulukot 2 ja 3). Ympäristökorvausjärjestelmä ohjaa maanäytteiden ottamista ja viljavuustutkimusten tekoa. Viljavuustutkimus antaa perustiedot maan kemiallisesta kasvukunnosta. Muokkauskerros ja sen alapuolella oleva maa poikkeavat useasti maalajiltaan toisistaan. Syvemmällä olevan maan ominaisuudet vaikuttavat kasvien veden ja ravinteiden saantiin, minkä vuoksi viljavuustutkimus on hyvä teettää välillä myös jankosta. Kemiallisen analyysin tulokset tulkitaan eri viljavuusluokkiin maalajeittain näytteen pH:n ja jokaisen määritetyn ravinteen osalta erikseen. Käytössä on seitsemän viljavuusluokkaa: huono, huononlainen, välttävä, tyydyttävä, hyvä, korkea ja arveluttavan korkea. (Yli-Halla 2017b, 34.)

Eurofins Viljavuuspalvelun viljavuustutkimuksen tulokinnan avuksi on tehty taulukko (taulukko 2), jonka avulla voidaan arvioida pellon kasvukuntoa sekä kalkituksen ja lannoituksen tarvetta.

TAULUKKO 2. Viljavuustutkimuksen tulkinta (Eurofins Viljavuuspalvelu 2018, viitattu 18.4.2018).

Maan ominaisuus ja maajajiryhmä	Multavuus	VILJAVUUSLUOKKA							
		Huono	Huonon- lainen	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä	Korkea	Arvel korkea	
									
Happamuus, pH - savimaat	vm m rm erm	- 5,4 - 5,2 - 5,0 - 4,8	- 5,8 - 5,6 - 5,4 - 5,2	- 6,3 - 6,0 - 5,8 - 5,6	- 6,7 - 6,4 - 6,2 - 6,0	- 7,2 - 6,9 - 6,6 - 6,4	- 7,6 - 7,3 - 7,0 - 6,8	- - - -	
- karkeat kivennäismaat	vm m rm erm	- 5,1 - 5,0 - 4,9 - 4,7	- 5,5 - 5,4 - 5,3 - 5,1	- 5,9 - 5,8 - 5,7 - 5,5	- 6,3 - 6,2 - 6,1 - 5,9	- 6,7 - 6,6 - 6,5 - 6,3	- 7,1 - 7,0 - 6,9 - 6,7	- - - -	
- multamaat - turvemaat		- 4,6 - 4,4	- 5,0 - 4,8	- 5,4 - 5,2	- 5,8 - 5,6	- 6,2 - 6,0	- 6,6 - 6,4	- -	
Kalsium, Ca mg/l - savimaat - karkeat kivennäismaat - eloperäiset maat		- 1000 - 400 - 600	- 1500 - 800 - 1000	- 2000 - 1400 - 1600	- 2600 - 2000 - 2600	- 3600 - 2600 - 3600	- 5600 - 4000 - 5600	- - -	
Fosfori, P mg/l - savimaat	vm m rm, erm	- 2,0 - 2,0 - 1,5	- 4,0 - 3,5 - 3,0	- 8,0 - 7,0 - 6,0	- 15 - 14 - 12	- 25 - 23 - 20	- 40 - 40 - 40	- - -	
- karkeat kivennäismaat: hiesu, hiue, hiekat	vm m rm, erm	- 3,0 - 3,0 - 2,5	- 7,0 - 6,0 - 5,0	- 13 - 12 - 10	- 22 - 20 - 18	- 35 - 33 - 30	- 50 - 50 - 50	- - -	
- karkeat kivennäismaat: hiedat, moreenit	vm m rm, erm	- 2,5 - 2,5 - 2,0	- 5,0 - 4,5 - 4,0	- 10 - 9,0 - 8,0	- 18 - 17 - 15	- 30 - 28 - 25	- 50 - 50 - 50	- - -	
- eloperäiset maat: muut paitsi ei rahkaturve - rahkaturve		- 2,0 - 1,3	- 4,0 - 2,7	- 8,0 - 5,3	- 15 - 10	- 22 - 15	- 30 - 20	- -	
Kalium, K mg/l - savimaat (ei liejusavet) - liejusavi, hietä, moreenit (ei hiekkamoreeni) hiesu, hiue, multamaa - hiekka, hiekkamoreeni, turve		- 60 - 40 - 30	- 100 - 70 - 50	- 200 - 120 - 80	- 300 - 200 - 150	- 500 - 350 - 250	- 800 - 500 - 400	- - -	
Magnesium, Mg mg/l - savimaat - karkeat kivennäismaat - eloperäiset maat		- 100 - 50 - 50	- 150 - 80 - 80	- 200 - 120 - 120	- 400 - 200 - 200	- 600 - 400 - 400	- - -	- - -	
Suhde Mg:Ca Suhde Mg:K		- 1:80 - 1:10	- 1:40 - 1:5	- 1:20 - 1:3	- 1:10 - 1:2	- 1:5 - 1:1	- 1:2 -	- -	
Rikki, S mg/l - kaikki maajajit		- 3	- 6	- 10	- 15	- 50	- 150	-	
Natrium, Na mg/l - savimaat - muut maat		- 20 - 15	- 40 - 30	- 60 - 45	- 80 - 60	- -	- -	- -	
Boori, mg/l ¹⁾ - savimaat - muut maat		- 0,3 - 0,2	- 0,5 - 0,4	- 0,8 - 0,6	- 1,2 - 0,9	- 1,7 - 1,3	- 2,5 - 2,0	- -	
Kupari, Cu mg/l - kivennäismaat - eloperäiset maat ²⁾		- 1,0 - 1,0	- 1,5 - 1,5	- 2,7 - 2,7	- 5,0 - 5,0	- 10 - 10	- 20 - 20	- -	
Mangaani, Mn - pH-korjattu, kaikki maajajit		- 6	- 12	- 25	- 75	- 250	- 1000	-	
Sinkki, mg/l - kaikki maajajit		- 1,0	- 1,5	- 2,0	- 6,0	- 20	- 50	-	
Molybdeeni, Mo mg/l - kaikki maajajit		- 0,01	- 0,02	- 0,03	- 0,06	- 0,2	- 0,5	-	

TAULUKKO 3. Kaliumin käyttö numilla viljavuustutkimuksen mukaan, kg/ ha (Yara lannoiteopas 2016–2017, 25).

Kaliumin käyttö nurmilla viljavuustutkimuksen mukaan, kg/ha

		Viljavuusluokka					
		Huono	Huonon- lainen	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä	Korkea
Siemenheinä		70	55	40	30	10	
Kokoviija säilörehuksi ja nurmen perustaminen suoja-tilaan		120	90	70	50	30	
Monivuotiset nurmet							
• säilö- ja tuorerehunurmet, 3 satoa*	Kevättievitys	50	40	30	10		
	2. sadolle	60	60	50	40	20	
	3. sadolle	60	60	50	40	30	
• säilörehunurmet, 2 satoa*	Kevättievitys	70	50	40	10		
	2. sadolle	90	80	70	50	30	
Raheinä, vihanaviljat	Kevättievitys	50	40	30	20		
	2. sadolle	70	60	50	30	20	
	3. sadolle	70	60	50	40	30	
Niitonurmi	Kevättievitys	70	50	40	10		
	2. sadolle	90	80	70	50	30	
Laidunurmi							
• 3 lannoituskertaa	Kevättievitys	40	30	20			
	2. sadolle	50	40	40	30	10	
	3. sadolle	50	50	40	40	30	
• 4 lannoituskertaa*	Kevättievitys	40	30	20	10		
	2. sadolle	40	30	30	20	10	
	3. sadolle	40	40	30	30	20	
	4. sadolle	30	30	20	20	10	10
Sokerijuuriakas, karkeat kiv. maat ja eloperäiset maat							
• naatit kynnetty peltoon		220	135	60			
• naatit korjattu		380	295	220	145	60	5
Sokerijuuriakas, savimaat							
• naatit kynnetty peltoon		315	160	40			
• naatit korjattu		445	300	180	85	10	

Lisää kaliumlannoitusta 20 kg/ha kolmannen vuoden ja sitä vanhemmille nurmille, ei kuitenkaan laidunurmille. Jos käytät karjanlanta nurmen perustamisen yhteydessä, vähennä seuraavan kevään kaliumsuosituksesta 20 kg/ha. Poutakausina on savimailla hyvä välttää voimakasta kaliumlannoitusta.

*Jos säilörehun kaliumpitoisuus on yli 25 g K/kg ka, voi seuraavan kevään kaliumlannoitusta vähentää 10–20 kg K/ha.

5.2 Kaliumlannoituksen tarpeen arviointi maan reservikaliumpitoisuuden mukaan

Tutkimuksissa on selvinnyt viime vuosina, että viljavuuskalium ei näytä ennustavan nurmien kaliuminottoa kovinkaan hyvin, kun taas reservikalium on selittänyt kaliumlannoituksella saatua nurmien satovastetta selvästi paremmin kuin viljavuuskalium. Lisäksi jankon reservikalium on selittänyt satovastetta yhtä hyvin kuin pintamaan reservikalium. (Virkajärvi, Isolahti, Hyrkäs, Sihto, Rätty & Kauppila 2012, 1.)

Nurmien kaliumlannoituksen suunnittelun lähtökohdaksi suositellaankin reservikaliumanalyysia ja rehun ruokinnallisten ominaisuuksien kuten kaliumpitoisuuden ja kivennäiskoostumuksen seuraamista. Myös lohkokohdaista satotason seuraamista suositellaan. (Hyrkäs ym. 2014, 91.) Nurmialueella tulisi suosia maan reservikaliumanalyysiä erityisesti, jos rehun kaliumpitoisuus on korkea, mutta maan viljavuuskalium osoittaa lannoitustarvetta. (Virkajärvi ym. 2012, 7.)

Kaliumlannoituksen tarvetta voidaan arvioida maan viljavuus- ja reservikaliumin sekä rehun kaliumpitoisuuden perusteella (taulukko 4). Kaliumlannoituksen tarpeen arviointiin tarvitaan tiedot viljavuus- ja reservikaliumpitoisuuksista, joiden avulla kasvulohko luokitellaan matalan tai korkean kaliumin lohkoksi. Rehuanalyysin kaliumpitoisuutta arvioidaan: onko se alle 17 g / kg ka vai yli 30 g/ kg ka vai siltä väliltä. Näiden kolmen kaliumpitoisuuden avulla saadaan käsitys, onko kyseisen kasvulohkon kaliumlannoitusta kannattavaa vähentää vai lisätä.

TAULUKKO 4. Kaliumlannoituksen tarpeen arviointia maan viljavuus- ja reservikaliumin sekä rehun kaliumpitoisuuden perusteella (Virkajärvi ym. 2014, 41).

	Matala viljavuuskalium	Korkea viljavuuskalium
Matala reservikalium (alle 500 mg/ l)	<p>Todennäköisesti rehun K-pitoisuus on alhainen (< 17 g/ kg ka).</p> <p>Jos myös sato huono, lisää K-lannoitusta etenkin 2-vuotiailla nurmilla.</p> <p>Jos rehun K- pitoisuus on korkea analysoi jankon ravinnetila (20–40 cm vähintään, mutta voi analysoida 60 cm asti).</p> <p>Jos se on korkea, älä lisää K-lannoitusta.</p>	<p>Rehun K-pitoisuus ratkaisee. Jos rehun K-pitoisuus < 17 g/ kg ka, lisää kaliumlannoitusta. Jos rehun K-pitoisuus on > 30 g/ kg ka, vähennä lannoitusta.</p>
Korkea reservikalium (yli 1000 mg/ l)	<p>Rehun K-pitoisuus ratkaisee. Jos rehun K-pitoisuus on < 17 g/ kg ka, lisää kaliumlannoitusta.</p> <p>Jos rehun K-pitoisuus > 30 g/ kg ka, vähennä lannoitusta. Viljely onnistuu todennäköisesti myös ilman kaliumlannoitusta.</p>	<p>Vähennä kaliumlannoitusta maltillisesti ja seuraa sadon K-pitoisuutta ja satotasoa.</p> <p>Kasvilajivalinnoilla ja kalkituksella voit vaikuttaa eläinten terveyteen.</p> <p>Viljely onnistuu todennäköisesti myös ilman kaliumlannoitusta.</p>

5.3 Rehuanalyysien hyödyntäminen kaliumlannoituksen suunnittelussa

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen tutkimuksessa nurmien kaliumtarpeesta, rehun ruokinnallisten ominaisuuksien seuraaminen on osoittautunut maan reservikaliumin lisäksi tärkeäksi kaliumlannoitusta suunniteltaessa (Hyrkäs ym. 2014, 91). Rehuanalyysi kertoo myös korjuun ajoittamisen onnistumisesta sekä korjuuketjun soveltuvuudesta (Rinne 2014, viitattu 3.4.2018).

Säilörehun perusanalyysi sisältää määritykset kuiva- aineesta, raakavalkuaisesta, tuhkasta, raakarasvasta, raakakuidusta, NDF-kuidusta, sokerista, orgaanisen aineen sulavuudesta eli D-

arvosta, pH:sta ja käymislaadusta (ammoniakkityppi, maito- ja etikkahappo) sekä rehuarvoista (ME, ry-arvo, OIV, PVT, syönti-indeksi, ME-indeksi ja arvosana). Kaliumpitoisuuden selvittämiseksi näytteestä analysoidaan myös kivennäiset. (Eurofins Viljavuuspalvelu 2017, viitattu 30.3.2018.)

MTT:n rehutaulukoiden mukaan nurmisäilörehun ensimmäisen sadon normaalina korjuuajana keskimääräinen kalium on 29–31 g/ kg ka ja fosfori on 2,9–3,2 g/ kg ka. Raakavalkuainen on 145–160 g/ kg ka. D-arvo 660–690 g/ kg ka. (MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodit 07002; MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodit 07003, viitattu 22.5.2018.)

Rehun kivennäisanalyysin kaliumpitoisuuden raja- arvoista on hieman eriäviä tutkimustuloksia. Alarajana pidetään yleensä 17 g/ kg ka ja ylärajana 30 g/ kg ka. Jos kaliumpitoisuus ylittää 30 g/ kg ka, voi muiden kationien kuten magnesiumin ja kalsiumin imeytyminen lehmien verenkiertoon häiriintyä. Seurauksena on kohonnut riski laidun- ja poikimahalvaukseen. (Hyrkäs ym. 2014, 107.)

5.4 Peltotase lannoituksen onnistumisen mittarina

Tilojen taloudellinen panostus lannoitteisiin on merkittävä, joten sen arviointi ja vertaaminen lohkojen välillä ravinnetaseiden avulla ovat keinoja kohdentaa lannoitteiden määrää ja laatua. (Kykkänen & Virkajärvi 2014, viitattu 3.4.2018.)

Ravinnetase on laskentamenetelmä, jonka avulla seurataan maatalouden ravinnevirtoja. Ravinnetaseita on erilaisia kuten peltotase, porttitase, karjantase ja lantatase. Kun lasketaan pellolle lisättyjen ja pellolta poistettujen ravinnemäärien erotus eli peltotase, saadaan selville, miten hyvin lannoitteiden ravinteet on saatu hyödynnettyä. Peltotase lasketaan yksinkertaisella kaavalla:

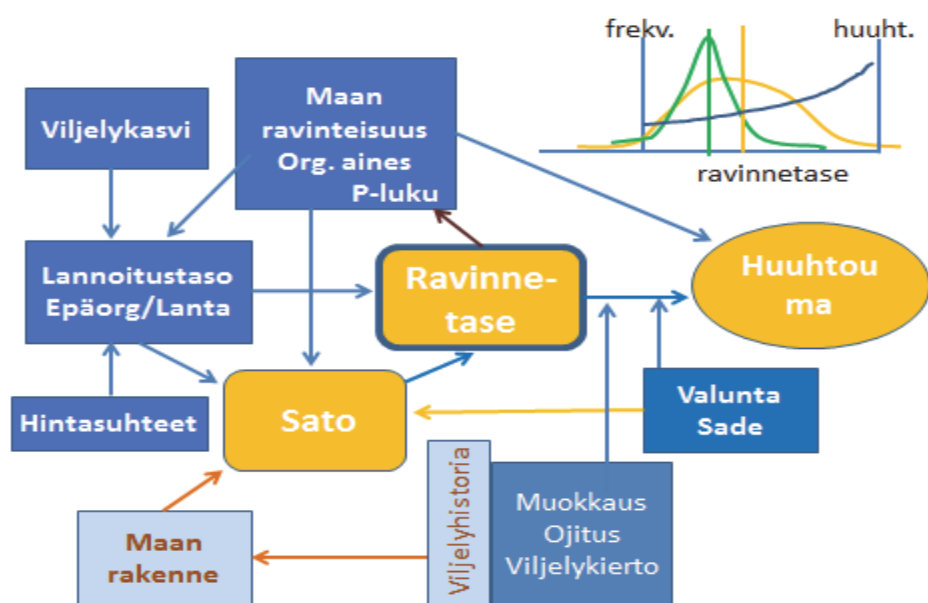
$$\text{ravinteiden lisäys} - \text{ravinteiden poisto} = \text{ravinnetase}$$

Jos pellolle lisätään enemmän ravinteita kuin sadon mukana poistuu, ravinteiden huuhtoutumisriski kasvaa ja viljelyn taloudellinen kannattavuus heikkenee. (Maaseutuvirasto 2008, viitattu 2.4.2018.)

Sadon mukana poistuu ravinteita maasta korjattavan kasvin mukana. Lannoituksen suunnittelussa sadon mukana poistuvat ravinteet pyritään korvaamaan seuraavana vuonna annettavana ravinteena. Tavoitteena on pitää maan ravinnevarat tasapainossa. Sadon määrän ja laadun

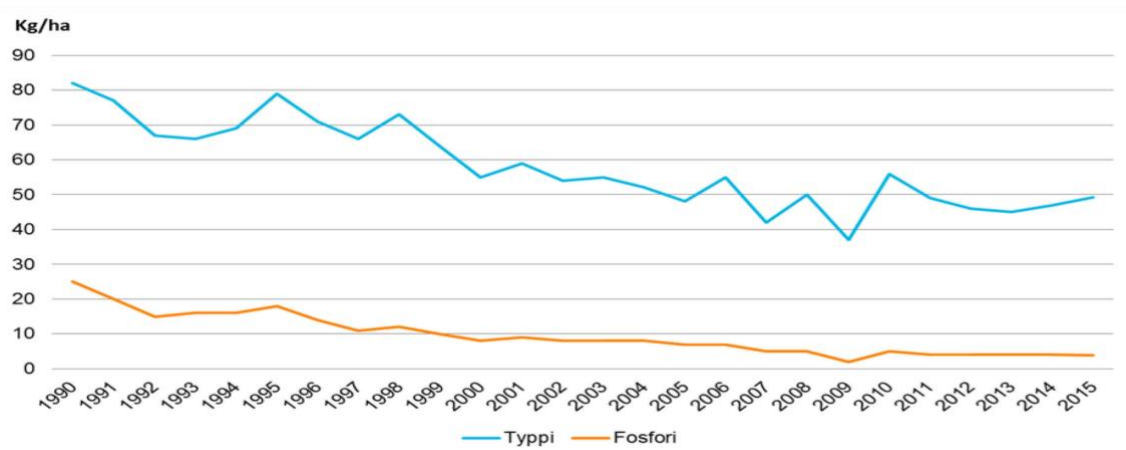
tietäminen lohko- ja kasvilajikohtaisesti on tärkeä lähtökohta ja peltotaselaskennan perustieto. (Maaseutuvirasto 2008, viitattu 3.4.2018.)

Ravinnetaseiden vaihtelu voi johtua paitsi viljelijän omasta toiminnasta myös maaperän luontaisista ominaisuuksista, pellon maantieteellisestä sijainnista, sääoloista, viljelykasvien eroista tai viljelykasvien ja lannoitteiden hintojen vaihtelusta (kuvio 2) (Turtola, Salo, Miettinen, Iho, Valkama, Rankinen, Virkajärvi, Tuomisto, Sipilä, Muurinen, Turakainen, Lemola, Jauhiainen, Uusitalo, Grönroos, Myllys, Heikkinen, Merilaita, Cano Bernal, Savela, Kartio, Salopelto, Finér & Jaakkola 2017, 7–8).



KUVIO 2. Kaavio peltolohkon typpi- ja fosforitaseesta (Turtola ym. 2017, 8).

Lannoitteiden käyttöä on tehostettu viimeisten kahdenkymmenen vuoden aikana, mikä näkyy peltujen ravinnetaseissa. Ravinnetaseet ovat laskeneet selvästi. Typpitase on ollut Suomessa vuoden 2010 jälkeen alle 50 kg/ ha. Fosforitase on laskenut tasolle 4 kg/ ha (kuvio 3). Ravinnetaseiden lasku on seurausta paitsi lannoitteiden ja lannan käytön vähentymisestä, myös peltujen satomäärän ja sen myötä ravinteiden oton kasvusta (Vorne & Karppinen 2016, 32). Kaliumin käyttöä ja tasetta ei ole seurattu samalla tavalla, kuin ympäristölle merkityksellisten typen ja fosforin taseita.



KUVIO 3. Typpi- ja fosforitaseen kehitys 1990–2015 (Vorne & Karppinen 2016, 32.)

6 AINEISTO JA MENETELMÄT

Opinnäytetyön aihe löydettiin toimeksiantajan, Oulun ammattikorkeakoulun OmaNauta- hankkeen, avustuksella marras–joulukuussa 2017 ja toiseksi toimeksiantajaksi saatiin Yara Suomi. Yara Suomen kautta saatiin tiloja kyselyihin mukaan ja kasvuohjelma- tutkimusaineistoa. Eurofins Viljavuuspalvelusta saatiin lisäksi tutkimusaineistoa viljavuus- ja reservikaliumpitoisuuksista. Opinnäytetyötä työstettiin marraskuusta 2017 elokuuhun 2018 saakka.

Opinnäytetyössä tehtiin selvitys maaperän luontaisten kaliumvarojen ja kaliumlannoituksen merkityksestä säilörehunurmen viljelssä IV-viljelyvyöhykkeellä. Selvitykseen otettiin mukaan seitsemän Yara Suomen IV-viljelyvyöhykkeellä olevaa yhteistyömaatilaa, joille sähköpostikysely lähetettiin. Lisäksi Yara Suomen ja Hankkija Oy:n Kasvuohjelma -yhteistyön havaintoruututuloksia vuosilta 2016 ja 2017. Eurofins Viljavuuspalvelusta saatiin tilastotietoa viljavuus- ja reservikaliumpitoisuuksista vuosilta 2012–2017.

Selvitykseen kerättiin aineistoa myös kirjallisuudesta sekä aiemmista selvityksistä ja tutkimuksista. Kirjallisuuden perusteella selvitettiin maaperän luontaisten kaliumvarojen, säilörehunurmen lannoitussuosituksen ja erityisesti kaliumlannoituksen sekä turvemaiden merkitystä maanviljelyssä. Myös lannoituksen osalta merkittäviin typpi- ja fosforilannoituksen enimmäismääriin liittyvää lainsäädäntöä selvitettiin.

Opinnäytetyön menetelmänä oli kyselyn tuloksien ja Yaran havaintoruututuloksien analysointi excel- taulukkolaskentaohjelman avulla. Viljavuus- ja reservikaliumpitoisuuksia valtakunnalliselta tasolta kuntakohtaiselle tasolle selvitettiin Eurofins Viljavuuspalvelun tilastotiedon avulla, jota analysoitiin myös excel- taulukkolaskentaohjelman avulla. Avointen kysymysten vastauksia analysoitiin sisällönanalyysin avulla. Pääpaino tarkasteltavissa parametreissa oli reservikaliumpitoisuuksissa, kaliumlannoituksessa, rehuanalyysien kaliumpitoisuuksissa ja havaintoruututulosten peltotaseet.

Kyselyt lähetettiin maaliskuussa 2018 puolistrukturoituina kyselylomakkeina (liite 1). Kyselylomake lähetettiin viljelijöille Webropol-ohjelman kautta sähköpostitse. Kyselyssä kerättiin tiloilta viljelytietoja yhden nurmenkierron (perustamisvuosi ja kolme satovuotta) ajalta 2010- luvulla. Kyselyllä selvitettiin tilan yhdeltä turvemaalohekolta viljavuutta, säilörehunurmen satomääriä,

lannoitusta (pääravinteet typpi, fosfori ja kalium) ja mahdollisen karjanlannan osuus sekä rehuanalyysin tietoja (raakavalkuainen, fosfori ja kalium). Kyselyssä kerättiin myös avointen kysymysten avulla viljelijöiden omia arvioita tilan kaliumlannoituksesta ja ravinnetaloudesta.

Kyselyyn vastasi seitsemästä tilasta kolme. Kaksi tiloista vastasi täydellisesti haettua kohderyhmää. Yksi tila erosi muista siten, että valitun lohkon maalaji oli erittäin runsas multainen hieno hietamaa eikä turvemaata ja satotiedot sekä rehuanalyysien tiedot olivat puutteelliset. Kyseisen tilan tulokset otettiin kuitenkin mukaan vertailun vuoksi.

7 TULOKSET

Tuloksissa esitellään ensin Eurofins Viljavuuspalvelun tilastotiedon pohjalta analysoituja viljavuus- ja reservikaliumpitoisuuksia eloperäisillä mailla sekä vertailun vuoksi esitellään lyhyesti valtakunnallisia karkeiden kivennäismaiden tuloksia. Seuraavaksi tuloksissa esitellään Yara Suomen ja Hankkija Oy:n Kasvuohjelma -yhteistyön havaintoruututuloksia vuosilta 2016 ja 2017. Lopuksi esitellään kyselyn pohjalta saatujen tuloksien avulla tilatason viljavuustietoja, satotietoja, lannoitusta ja rehuanalyysituloksia.

Pääpaino tuloksissa on kaliumlannoituksessa ja rehun kaliumpitoisuuksissa, vaikkakin tuloksissa on tietoja kaikkien pääravinteiden osuuksista. Pääravinteet vaikuttavat monella tavalla toisiinsa ja kasvin kasvuun, sen vuoksi niitä ei voi ohittaa tuloksia analysoidessa.

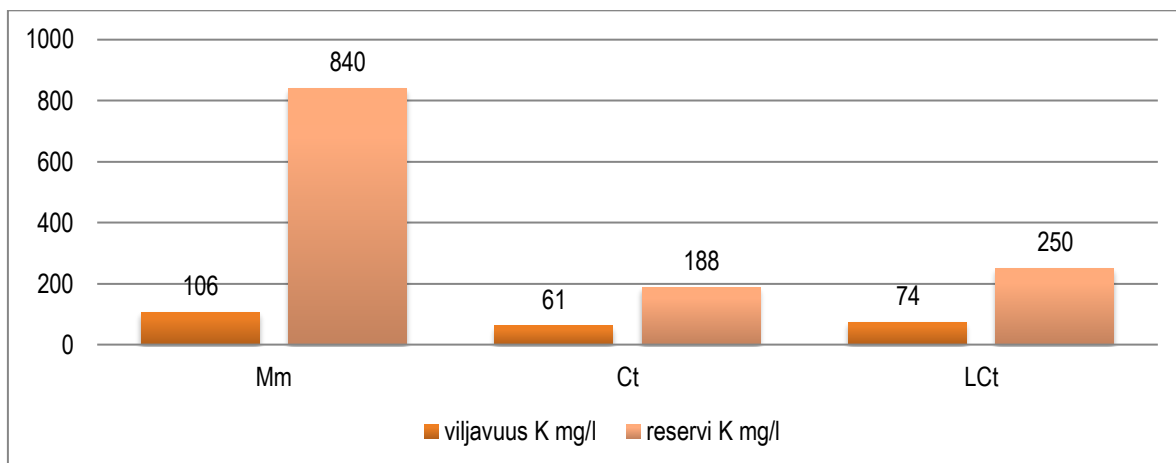
7.1 Maan luontaiset kaliumpitoisuudet eloperäisillä mailla

7.1.1 Valtakunnallisia eloperäisten maiden kaliumpitoisuuksia

Eurofins Viljavuuspalveluun oli lähetetty maanäytteitä reservikaliumin analysointia varten 3910 kappaletta ympäri Suomea vuosina 2012–2017. Turvemaanäytteitä oli 96 kappaletta eli vain 2,5 % kaikista maanäytteistä. Näytteitä oli analysoitu seuraavat määrät: saraturve (Ct) 48 kpl, metsäsaraturve (LCt) 44 kpl, hietainen metsäsaraturve (htLCt) 1 kpl, rahkasaraturve (SCt) 1 kpl ja hietainen saraturve (htCt) 2 kpl. Multamaanäytteitä (Mm) oli 199 kappaletta eli 5,1 % kaikista maanäytteistä. Seuraavaksi esitellään turvemaalajien ja multamaan viljavuus- ja reservikaliumpitoisuuksien keskiarvot valtakunnallisesti (kuvio 4) sekä turve- ja multamaiden viljavuus- ja reservikaliumpitoisuuksien keskiarvot ja vaihteluvälit (taulukko 5).

Valtakunnallisesti turvemaiden viljavuuskaliumpitoisuus oli keskimäärin välttävä eli alle 80 mg / l mutta yli 50 mg / l (kuvio 4). Viljavuuskaliumpitoisuuksien vaihteluvälit olivat huonon ja hyvän viljavuusluokan välillä (taulukko 5). Turvemaiden reservikaliumpitoisuus oli keskimäärin matala eli alle 500 mg / l. Ainoastaan hietaisen metsäsaraturpeen yksittäisessä tuloksessa oli korkea reservikaliumpitoisuus yli 1000 mg / l.

Multamaiden osalta viljavuuskaliumpitoisuus oli keskimäärin välttävä (106 mg / l) eli alle 120 mg / l mutta yli 70 mg / l. Viljavuuskaliumpitoisuuden vaihteluväli oli suurempi multamailla kuin turvemailla, välttävän ja arveluttavan korkean viljavuusluokan välillä. Multamaiden reservikaliumpitoisuus oli keskimäärin hyvällä tasolla eli yli 500 mg / l. Reservikaliumin vaihteluvälit olivat suuria turvemailla ja multamailla.



KUVIO 4. Eloperäisten maiden keskimääräiset kaliumpitoisuudet vuosina 2012–2017.

TAULUKKO 5. Eloperäisten maiden kaliumpitoisuuksien keskiarvot ja vaihteluvälit.

Maalaji		Viljavuus K mg / l	Reservi K mg / l
Mm	keskiarvo	106	840
	vaihteluväli	31–610	107–2720
Ct	keskiarvo	61	188
	vaihteluväli	12–240	28–951
LCt	keskiarvo	74	250
	vaihteluväli	32–200	55–1990

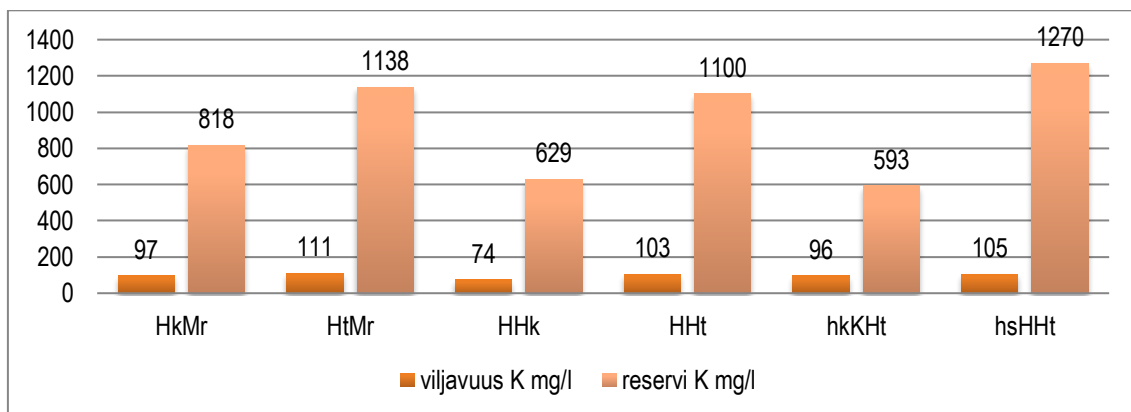
Suomen Ympäristöpalvelulta saadut valtakunnalliset eloperäisten maiden viljavuus- ja reservikaliumentilastot vuosilta 2012–2017 (liite 3) olivat pitkälti samassa linjassa Eurofins Viljavuuspalvelun tulosten kanssa. Eloperäisiä maanäytteitä oli analysoitu 645 kpl. Eloperäisten maiden keskimääräinen reservikaliumi oli 538 mg/ l. Viljavuuskaliumentulokset olivat jakaantuneet kyseisten näytteiden kesken tasaisesti pääosin huonoon, huononlaiseen ja tyydyttävään

viljavuusluokkaan. Reservikaliumin vaihteluvälit olivat suuria näissäkin tuloksissa. Suomen Ympäristöpalvelun tuloksissa on huomioitava se, että eloperäisten maanäytteiden jakaantuminen turve- ja multamaanäytteisiin ei ole tiedossa.

7.1.2 Vertailuarvoja karkeilta kivennäismailta

Karkeita kivennäismaanäytteitä oli 1617 kappaletta, joiden osuus oli 41,4 % kaikista maanäytteistä. Näytteitä oli analysoitu seuraavat määrät: hiekkamoreeni (HkMr) 86 kpl, hietamoreeni (HtMr) 1124 kpl, hieno hiekka (HHk) 15 kpl, hieno hietä (HHt) 199 kpl, hiekkainen karkea hietä (hkKHt) 66 kpl ja hiesuinen hieno hietä (hsHHt) 127 kpl. Karkeiden kivennäismaiden valtakunnalliset viljavuus- ja reservikaliumpitoisuuksien keskiarvot (kuvio 5) ja vaihteluvälit (taulukko 6) esitellään lyhyesti vertailun vuoksi.

Valtakunnallisesti karkeiden kivennäismaiden viljavuuskaliumpitoisuus oli keskimäärin tyydyttävä eli yli 80 mg / l mutta alle 150 mg / l. Ainoastaan hienon hiekan pitoisuus oli välttävä eli alle 80 mg / l mutta yli 50 mg / l. Viljavuuskaliumpitoisuuksien vaihteluvälit olivat suuria, huonon ja arveluttavan korkean välillä. Karkeiden kivennäismaiden reservikaliumpitoisuus oli keskimäärin yli 500 mg / l. Hietamoreenin, hienon hiedan ja hiesuisen hienon hiedan reservikaliumpitoisuus ylitti 1000 mg / l. Reservikaliumpitoisuuksien vaihteluvälit olivat suuria karkeilla kivennäismailla.



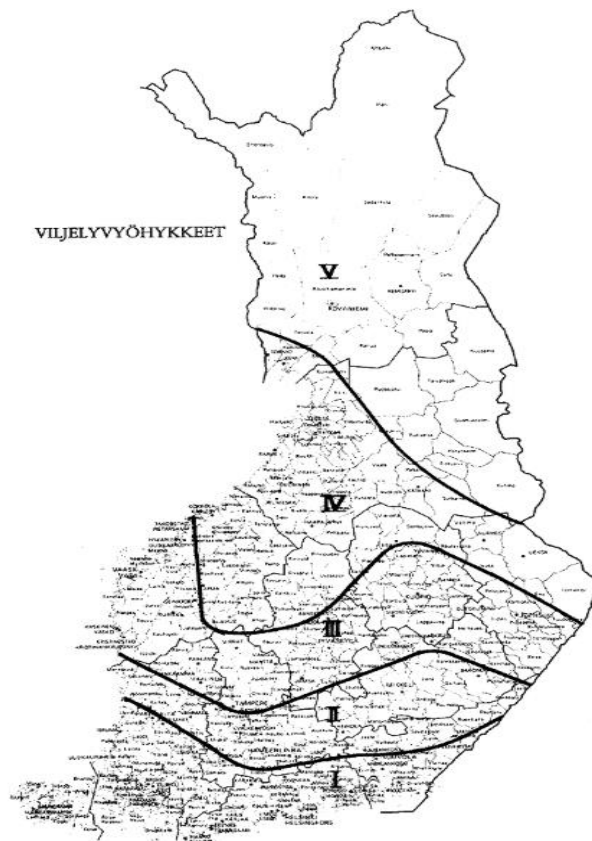
KUVIO 5. Karkeiden kivennäismaiden keskimääräiset kaliumpitoisuudet valtakunnallisesti vuosina 2012–2017.

TAULUKKO 6. Karkeiden kivennäismaiden kaliumpitoisuuksien keskiarvot sekä vaihteluvälit.

Maalaji		Viljavuus K mg / l	Reservi K mg / l
HkMr	keskiarvo	97	818
	vaihteluväli	22–380	169–1980
HtMr	keskiarvo	111	1138
	vaihteluväli	21–920	233–3720
HHk	keskiarvo	74	629
	vaihteluväli	22–200	125–1250
HHt	keskiarvo	103	1100
	vaihteluväli	26–620	238–4370
hkKHt	keskiarvo	96	593
	vaihteluväli	21–550	131–2130
hsHHt	keskiarvo	105	1270
	vaihteluväli	33–720	359–3370

7.1.3 IV–V viljelyvyöhykkeiden eloperäisten maiden tuloksia

Suomessa viljelyvyöhykkeitä on viisi (kuviot 6), joista IV–V viljelyvyöhykkeeltä eloperäistä maanäytteistä multamaa-, saraturve- ja metsäsaraturvenäytteitä oli lähetetty analysoitavaksi 119 kappaletta eli 3 % kaikista näytteistä. Multamaanäytteiden (Mm) osuus IV–V viljelyvyöhykkeeltä oli 66 kappaletta eli 1,7 %. Saraturvenäytteitä (Ct) oli 32 kappaletta eli 0,8 % ja metsäsaraturvenäytteitä (LCt) oli 21 kappaletta eli 0,5 % kaikista näytteistä. Näytteistä pohjoisimmat olivat Tervolasta ja Ranualta. Itäisimmät näytteet olivat Lieksasta ja Suomussalmelta. Läntisimmät näytteet olivat Kalajoelta ja eteläisimmät näytteet olivat Saarijärveltä ja Soinista.



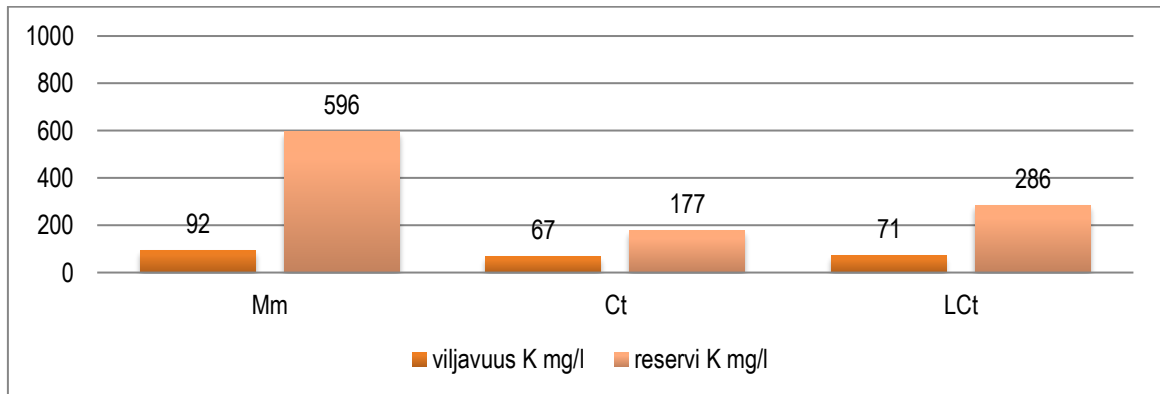
KUVIO 6. Suomen viljelyvyöhykkeet (Maatilahallituksen päätös tärkeimpien kasvilajien lajikkeista 1987, viitattu 19.4.2018).

Viljelyvyöhykkeellä IV–V multamaiden viljavuuskaliumpitoisuus (kuvio 7) oli keskimäärin välttävä ja hieman matalampi kuin valtakunnallisesti keskimäärin. Viljavuuskaliumpitoisuuksien vaihteluvälit (taulukko 7) olivat pienemmät IV–V viljelyvyöhykkeellä kuin valtakunnallisesti multamailla. Multamaiden reservikaliumpitoisuus oli keskimäärin yli 500 mg / l mutta selkeästi matalampi kuin valtakunnallisesti keskimäärin.

Turvemaiden osalta viljavuuskaliumpitoisuus oli keskimäärin välttävä eli alle 120 mg / l mutta yli 70 mg / l. Metsäsaraturpeen viljavuuskalium oli hieman matalampi kuin valtakunnallisesti keskimäärin metsäsaraturpeella. Reservikaliumpitoisuus oli metsäsaraturpeella hieman korkeampi kuin valtakunnallisesti keskimäärin, mutta selvästi matala eli alle 500 mg / l. Saraturpeella viljavuuskaliumpitoisuus oli hieman korkeampi kuin valtakunnallisesti keskimäärin saraturpeella. Reservikaliumin vaihteluvälit olivat suuria multamailla ja metsäsaraturvemailla. IV–V viljelyvyöhykkeen kuntakohtaiset saraturpeen kaliumpitoisuudet olivat mielenkiintoiset, mutta

analysointia ja tuloksia tulisi olla paljon enemmän alueellisten johtopäätösten tekemiseen (taulukko 8). Suurimmat ja pienimmät pitoisuudet on merkitty taulukkoon värein.

Eurofins Viljavuuspalvelun multamaan (Mm) ja metsäsaraturpeen (LCt) kuntakohtaiset kaliumpitoisuudet esitellään liitteessä 2.



KUVIO 7. IV–V viljelyvyöhykkeen eloperäisten maiden kaliumpitoisuudet vuosina 2012–2017.

TAULUKKO 7. IV–V viljelyvyöhykkeen eloperäisten maiden kaliumpitoisuuksien keskiarvot ja vaihteluvälit.

Maalaji		Viljavuus K mg/ l	Reservi K mg/ l
Mm	keskiarvo	92	596
	vaihteluväli	31–260	122–1190
Ct	keskiarvo	67	177
	vaihteluväli	22–240	35–770
LCt	keskiarvo	71	286
	vaihteluväli	33–200	55–1990

TAULUKKO 8. IV–V viljelyvyöhykkeen saraturpeen (Ct) kuntakohtaiset kaliumpitoisuudet.

Kunta	Viljavuus K mg/ l	Reservi K mg/ l
Kiuruvesi	97	228
Lapua	240*	770*
Lestijärvi	26	74
Perho	57	185
	77	209
	53	114
	75	183
	87	135
	61	112
	75	183
	87	135
	61	112
Pihtipudas	81	239
	76	340
	79	319
Pudasjärvi	22*	35*
	46	47
	38	93
	33	61
Ranua	43	56
	57	110
	48	71
	59	220
Sievi	51	274
Vaala	84	319
	73	124
	100	141
	67	129
	60	202
Veteli	43	156
	45	134
	35	137
keskiarvo	61	159
vaihteluväli	22–240	35–770

7.2 Kasvuohjelma -yhteistyön havaintoruututuloksia vuodelta 2016

Yara Suomen ja Hankkija Oy:n Kasvuohjelma -yhteistyön havaintoruututuloksia vuodelta 2016 saatiin analysoidavaksi yhteistyötilalta, joka sijaitsi IV-viljelyvyöhykkeellä.

Sääolot vuonna 2016 olivat koko maassa tavanomaista lämpimämmät. Termisen kasvukauden alkamispäivämäärä oli IV-viljelyvyöhykkeellä 27. huhtikuuta ja loppumispäivämäärä 2. lokakuuta. (Terminen kasvukausi 2016, viitattu 20.5.2018.) Kesä–elokuu oli ennätyksellisen sateinen Pohjanmaalla, Keski- Pohjanmaalla sekä Lapissa, sademäärä oli yli 300 mm (Vuoden 2016 sää, viitattu 20.5.2018).

Maalaji havaintoruuduilla oli metsäsaraturve (LCt). Viljelykasvina on ollut säilörehunurmiseos, Tuure timoteitä (90 %) ja Karoliina ruokonataa (10 %). Nurmenkierrossa oli menossa toinen satovuosi vuonna 2016. Yhteistyöviljelyssä oli käytössä viisi erilaista käsittelyä havaintoalueille. Havaintoruututuloksissa esitellään viljavuustiedot, satotiedot, lannoitustiedot ja rehuanalyysit sekä ravinnetaseet.

Havaintotilan viljavuustiedoista pH oli viljavuusluokaltaan tyydyttävä, fosfori välttävä sekä kalium tyydyttävä (taulukko 9). Havaintotilan viljavuustiedoista magnesium ja kalsium olivat molemmat viljavuusluokassa hyvä.

TAULUKKO 9. Vuoden 2016 havaintotilan viljavuustiedot.

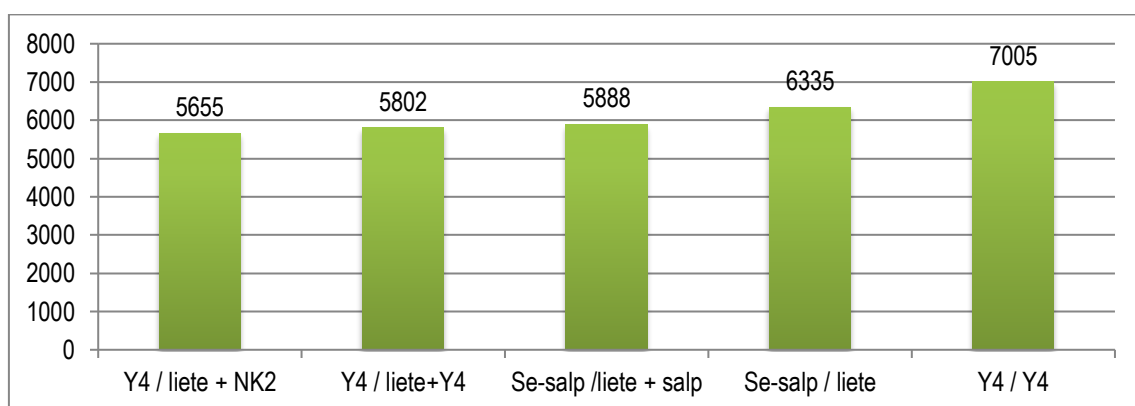
Viljavuustiedot	Maalaji	pH	P mg / l	K mg / l	Ca mg / l	Mg mg / l
	LCt	5,5	4,3	92	2600	270

Havaintoruutujen eri lannoitekäsittelyt erosivat toisistaan lannoitelajin ja ravinnemäärien osalta (taulukko 10). Toiseen satoon oli laitettu lietettä kaikille muille havaintoruuduille, paitsi havaintoruudulle Y4 / Y4. Ravinteiden osalta typen kokonaismäärä havaintovuonna vaihteli 130–160 kg/ ha, fosforin määrä vaihteli 0–22 kg/ ha ja kaliumin määrä vaihteli 61–131 kg/ ha.

TAULUKKO 10. Lannoitelaji- ja ravinnemäärät havaintoruuduittain.

Havaintoruutu	Sato	Lannoitelaji	Lannoite kg / ha	N	P	K
Y4 / liete + NK2	1. sato	YaraMila Y4	260	52	5	31
	2. sato	Liete 20 m3	20	38	10	58
		+ YaraMila NK2	200	40	0	24
	yhteensä			130	15	113
Y4 / liete + Y4	1. sato	YaraMila Y4	410	82	8	49
	2. sato	Liete 20 m3	20	38	10	58
		+ YaraMila Y4	200	40	4	24
	yhteensä			160	22	131
Se+ salp / liete + salp	1. sato	YaraBela Se- salpietari	190	52	0	2
	2. sato	Liete 20 m3	20	38	10	58
		+YaraBela Se- salpietari	150	40	0	2
	yhteensä			130	10	61
Se- salp / liete	1. sato	YaraBela Se- salpietari	340	92	0	3
	2. sato	Liete 20 m3	20	38	10	58
	yhteensä			130	10	61
Y4 / Y4	1. sato	YaraMila Y4	500	100	10	60
	2. sato	YaraMila Y4	300	60	6	36
	yhteensä		800	160	16	96

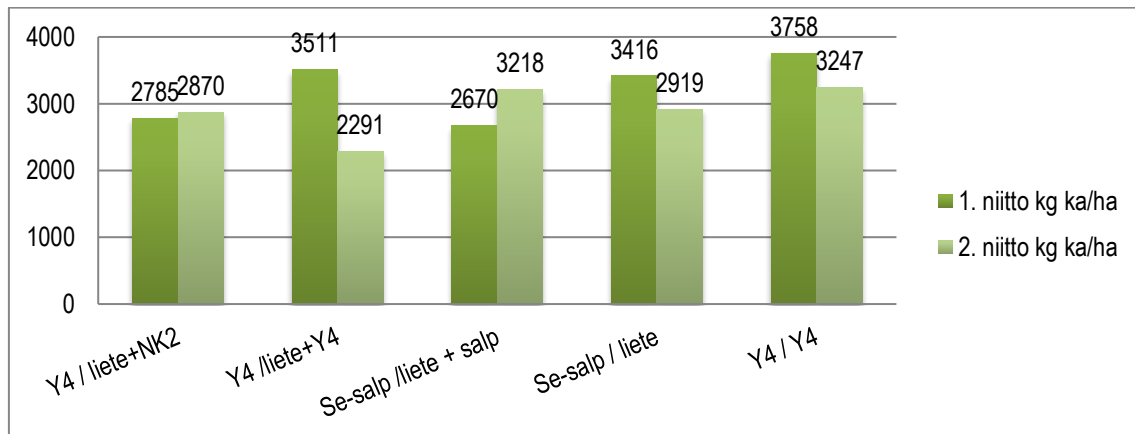
Havaintoruutujen satomäärät vaihtelivat 5600 kg:sta ka / ha reiluun 7000 kg:aan ka / ha (kuvio 8). Satomääriltään Se- salp / liete ja Y4 / Y4 olivat yli 6000 kg ka / ha. Muiden havaintoruutujen satomäärät jäivät alle 6000 kg ka / ha.



KUVIO 8. Havaintoruututulosten kokonaissadot kg ka / ha vuonna 2016.

Ensimmäisen niiton satomäärät olivat olleet keskimäärin suuremmat kuin toisen niiton (kuvio 9). Ravinteita oli annettu havaintovuonna eniten havaintoruudulla Y4 / liete + Y4, jossa typen määrä

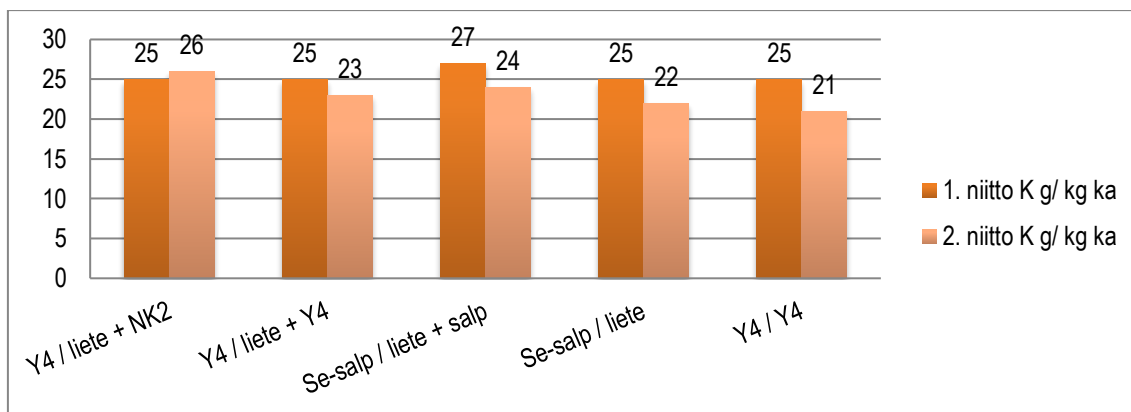
oli 160 kg / ha, fosforin 22 kg / ha ja kaliumin 131 kg / ha, mikä ei kuitenkaan satomäärässä näy selkeästi. Havaintoruutu Y4 / Y4 oli satomääriltään korkein kaikista havaintoruuduista, kyseisellä havaintoruudulla oli annettu ravinteita yhteensä havaintovuonna typpeä 160 kg / ha, fosforia 16 kg / ha ja kaliumia 96 kg / ha.



KUVIO 9. Havaintoruututulosten niittokohtaiset satotiedot kg ka / ha vuonna 2016.

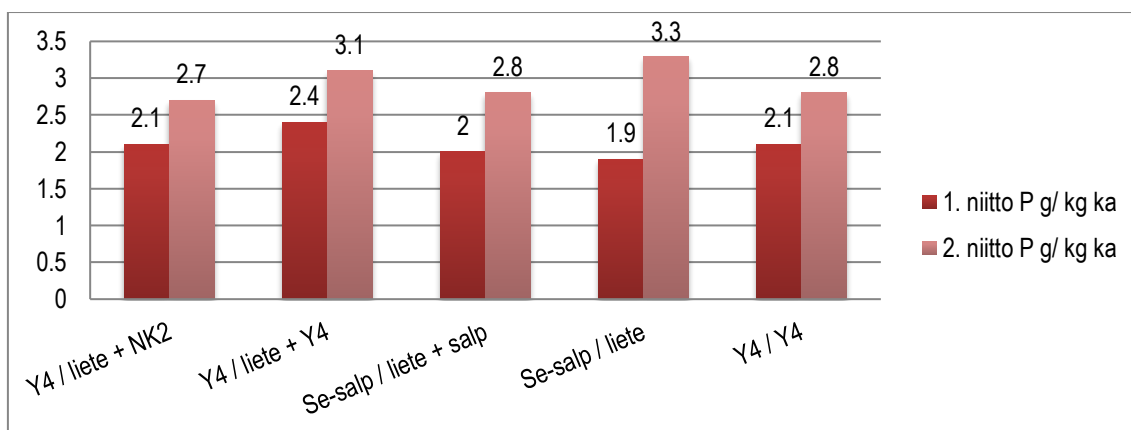
Vuoden 2016 havaintoruutujen rehuanalyysitiedoista esitellään kaliumin (kuvio 10), fosforin (kuvio 11), D-arvon (kuvio 12) ja raakavalkuaisen pitoisuudet (kuvio 13).

Rehuanalyysin kaliumpitoisuudet vaihtelivat 21–27 g / kg ka, mikä on keskimääräistä hieman matalammalla tasolla. MTT:n rehutaulukoiden mukaan nurmisäilörehun normaalina korjuuajana keskimääräinen kalium on 29–31 g / kg ka. (MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodit 07002; MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodit 07003, viitattu 22.5.2018.) Havaintoruutujen ensimmäisen niiton rehussa oli keskimäärin enemmän kaliumia kuin toisen niiton rehussa.



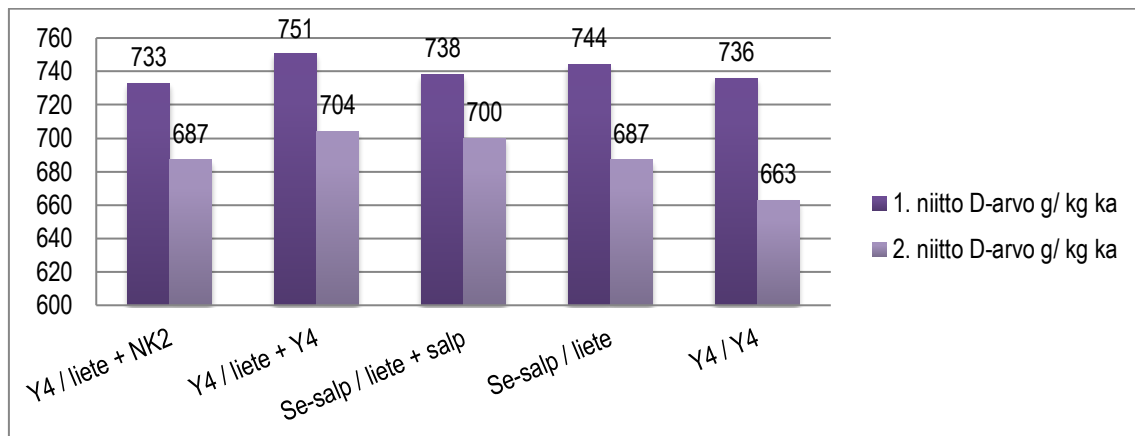
KUVIO 10. Havaintoruututulosten niittokohtainen rehuanalyysin kaliumpitoisuus g / kg ka vuonna 2016.

Rehuanalyysin fosforipitoisuudet vaihtelivat 1,9–3,3 g / kg ka. MTT:n rehutaulukoiden mukaan nurmisäilörehun normaalina korjuuaikana keskimääräinen fosfori on 2,9–3,2 g / kg ka. (MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodit 07002; MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodit 07003, viitattu 22.5.2018.) Ensimmäisessä niitossa pitoisuudet olivat keskimääräistä matalammat kaikilla havaintoruuduilla. Toisessa niitossa pitoisuudet olivat hyvällä tasolla (kuvio 11).



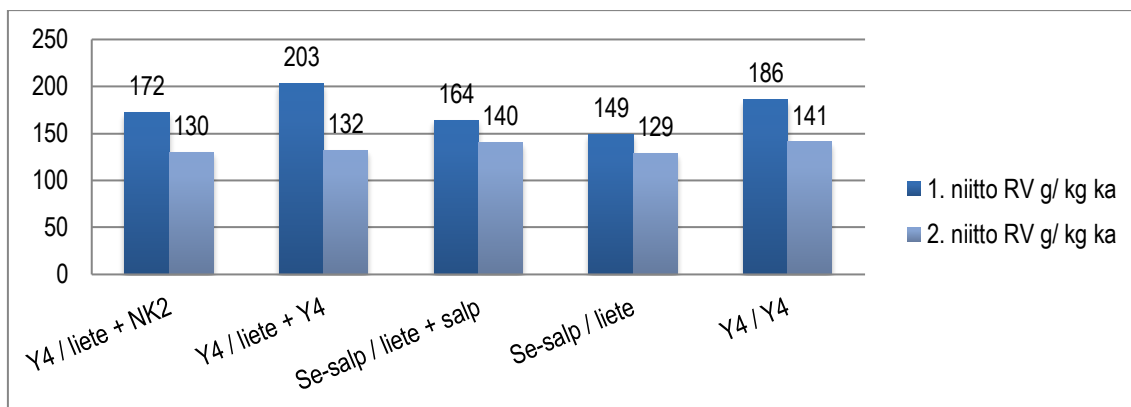
KUVIO 11. Havaintoruututulosten niittokohtainen rehuanalyysin fosforipitoisuus g / kg ka vuonna 2016.

Rehuanalyysin D-arvot vaihtelivat 663–751 g / kg ka, vaihteluväli oli suuri (kuvio 12). MTT:n rehutaulukoiden mukaan nurmisäilörehusadon normaalina korjuuaikana keskimääräinen D-arvo on 660–690 g / kg ka. (MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodit 07002; MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodit 07003, viitattu 22.5.2018.) Ensimmäisen niiton rehussa D-arvo oli korkea. Toisen niiton rehussa D-arvo oli hyvä kaikkien muiden havaintoalueiden rehussa, paitsi havaintoruudun Y4 / Y4 rehussa, jossa se oli matala.



KUVIO 12. Havaintoruututulosten niittokohtainen rehuanalyysin D-arvo g / kg ka vuonna 2016.

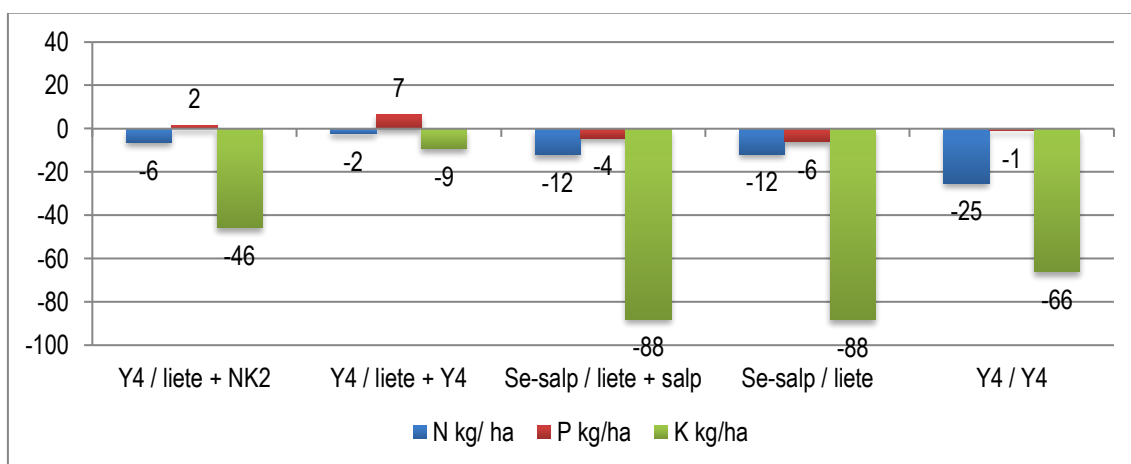
Rehuanalyysin raakavalkuaisen pitoisuudet vaihtelivat 129–203 g / kg ka (kuvio 13). MTT:n rehutaulukoiden mukaan nurmisäilörehun normaalina korjuuaikana keskimääräinen raakavalkuainen on 145–160 g / kg ka. (MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodit 07002; MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodit 07003, viitattu 22.5.2018.) Ensimmäisen niiton rehussa raakavalkuaisen pitoisuudet olivat korkeat kaikilla muilla havaintoruudilla, paitsi Se-salp/ liete havaintoruudulla. Toisen niiton rehussa raakavalkuaisen pitoisuudet olivat keskimäärin hyviä, paitsi se-salp / liete, jossa se oli hieman alla suositusarvon 130 g /kg ka.



KUVIO 13. Havaintoruututulosten niittokohtainen rehuanalyysin raakavalkuainen g / kg ka vuonna 2016.

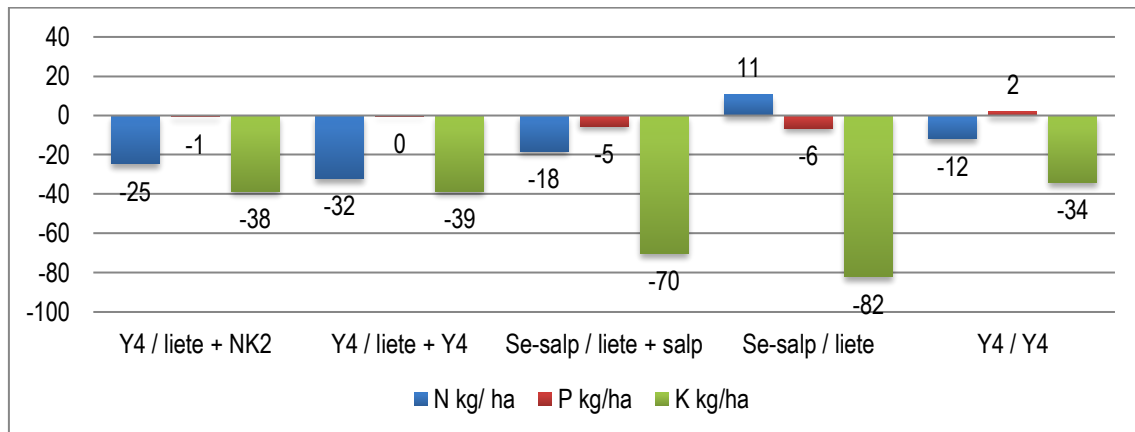
Lannoituksen mukana tulleiden ravinteiden ja sadon mukana poistuneiden ravinteiden erotus on yhtä kuin peltotase. Havaintoruutujen peltotaseet esitellään seuraavaksi satovuoden jälkeen (kuvio 14) ja niittokohtaisesti (kuviot 15 ja 16).

Havaintoruutujen peltotaseet olivat satovuoden jälkeen pääosin negatiivisia (kuvio 14). Erityisesti kaliumtase oli selkeästi negatiivinen kaikilla havaintoruuduilla. Ainoastaan fosforitase oli positiivinen havaintoruuduilla Y4 / liete + NK2 ja Y4 / liete + Y4.



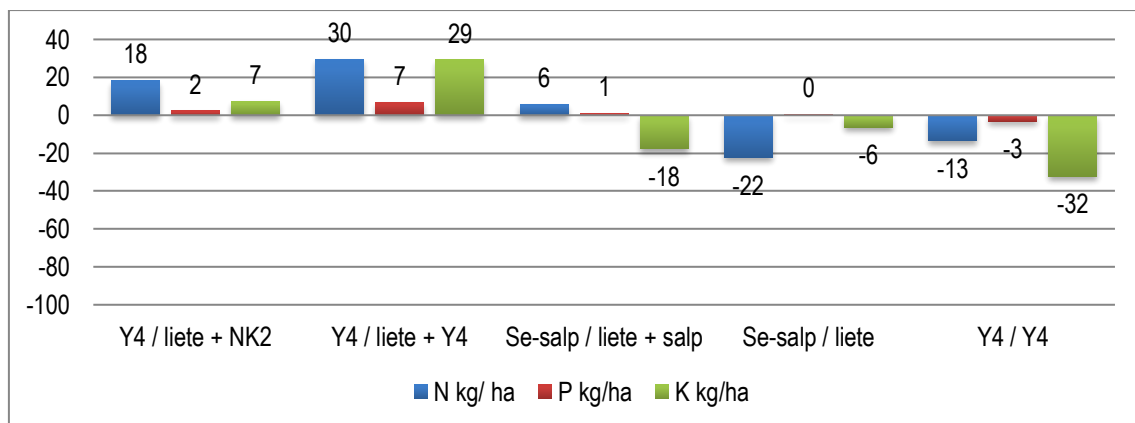
KUVIO 14. Havaintoruututulosten peltotaseet vuonna 2016.

Havaintoruutujen peltotaseet olivat ensimmäisen niiton jälkeen kaikkien pääravinteiden osalta pääosin negatiivisia (kuvio 15). Erityisesti kaliumtase oli selkeästi negatiivinen kaikilla havaintoruuduilla.



KUVIO 15. Havaintoruututulosten peltotaseet ensimmäisen niiton jälkeen vuonna 2016.

Havaintoruutujen peltotaseet olivat toisen niiton jälkeen (kuvio 16) havaintoruuduilla Y4 / liete+ NK2 ja Y4 / liete + Y4 positiiviset. Havaintoruuduilla Se-salp / liete + salp ravinnetaseet olivat osittain positiiviset ja osittain negatiiviset. Havaintoruutujen Se-salp / liete ja Y4 / Y4 ravinnetaseet olivat negatiiviset.



KUVIO 16. Havaintoruututulosten peltotase toisen niiton jälkeen vuonna 2016.

7.3 Kasvuohjelma -yhteistyön havaintoruututuloksia vuodelta 2017

Yara Suomen ja Hankkija Oy:n Kasvuohjelma -yhteistyön havaintoruututuloksia vuodelta 2017 saatiin yhteistyötilalta, joka sijaitsi IV- viljelyvyöhykkeellä.

Sääolot vuonna 2017 olivat viileät. Termisen kasvukauden alkamispäivämäärä oli IV- viljelyvyöhykkeellä 16. toukokuuta ja loppumispäivämäärä 17. lokakuuta. Kesä oli sateinen ja sademäärä oli yli 300 mm. (Terminen kasvukausi 2017, viitattu 23.5.2018.)

Maalaji havaintoalueilla oli saraturve (Ct). Viljelykasvina oli säilörehunurmiseos, jossa lajikkeina olivat Tuure timotei (90 %) ja Karoliina ruokonata (10 %). Nurmenkierrossa oli menossa toinen satovuosi vuonna 2017. Yhteistyöviljelyssä oli käytössä yhdeksän erilaista käsittelyä havaintoalueille. Havaintoruututuloksista löytyvät viljavuustiedot, satotiedot, lannoitustiedot ja rehuanalyysit sekä ravinnetaseet.

Havaintotilan viljavuustiedoista pH oli viljavuusluokaltaan korkea, fosfori taas huononlainen ja kalium välttävä (taulukko 11). Havaintotilan viljavuustiedoista magnesium oli viljavuusluokaltaan korkea ja kalsium oli viljavuusluokassa hyvä.

TAULUKKO 11. Vuoden 2017 havaintotilan kasvulohkojen viljavuustiedot.

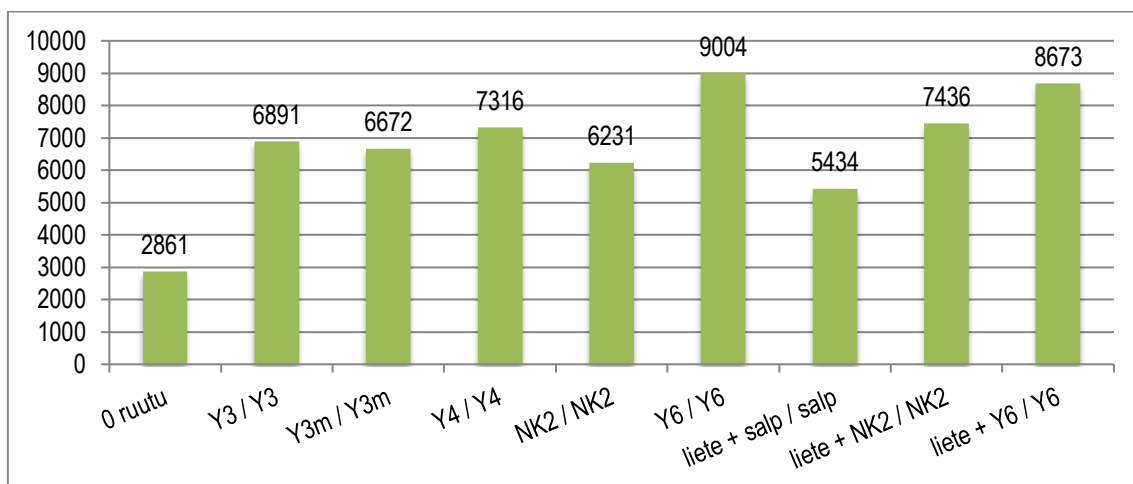
Viljavuustiedot	Maalaji	pH	P mg / l	K mg / l	Mg mg / l	Ca mg / l
kasvulohko1	Ct	6,2	3,2	68	550	3560
kasvulohko2	Ct	6,3	3,5	71	430	3240

Havaintoruutujen eri lannoitekäsittelyt (taulukko 12) erosivat toisistaan lannoitelajin ja ravinnemäärien osalta, lisäksi mukana oli myös 0- ruutu, jolle ei annettu lannoitteita ollenkaan. Y3m / Y3m käsittely oli annettu myöhemmän ajankohtana kuin Y3 / Y3 ja lisäksi lietettä oli annettu kolmelle havaintoruudulla ensimmäiselle sadolle. Ravinteiden osalta typen kokonaismäärä havaintovuonna vaihteli 0–210 kg / ha, fosforin määrä vaihteli 0–54 kg / ha ja kaliumin määrä vaihteli 0–184 kg / ha.

TAULUKKO 12. Lannoitelaji- ja ravinnemäärät havaintoruuduittain.

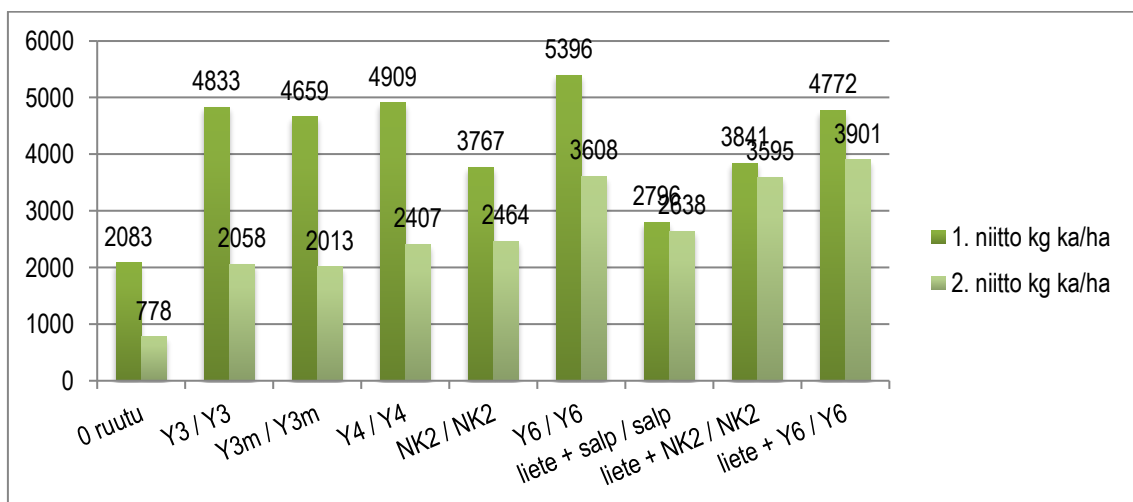
Havaintoruutu	Sato	Lannoitelaji	Lannoite kg / ha	N	P	K
0- ruutu		-	0	0	0	0
Y3 / Y3	1.sato	YaraMila Y3	300	70	9	24
	2. sato	YaraMila Y3	260	60	8	21
	yhteensä		560	130	17	45
Y3m / Y3m	1. sato	YaraMila Y3 myöh.	300	70	9	24
	2. sato	YaraMila Y3 myöh.	260	60	8	21
	yhteensä		560	130	17	45
Y4 / Y4	1. sato	YaraMila Y4	450	90	9	54
	2. sato	YaraMila Y4	350	70	7	42
	yhteensä		800	160	16	96
NK2 / NK2	1. sato	YaraMila NK2	410	90	0	49
	2. sato	YaraMila NK2	320	70	0	40
	yhteensä		730	160	0	89
Y6 / Y6	1. sato	YaraMila Y6	880	150	40	88
	2. sato	YaraMila Y6	310	60	14	31
	yhteensä		1290	210	54	119
Liete + salp / salp	1. sato	Liete 30 m3	30	78	8,4	63
		+YaraBela Suomen salpietari	100	27	0	1
	2. sato	YaraBela Suomen salpietari	203	55	0	2
	yhteensä			160	8,4	66
Liete + NK2 / NK2	1. sato	Liete 30 m3	30	78	8,4	63
		+YaraMila NK2	120	27	0	14
	2. sato	YaraMila NK2	250	55	0	107
	yhteensä			160	8,4	184
Liete + Y6 / Y6	1. sato	Liete 30 m3	30	78	8,4	63
		+ YaraMila Y6	160	27	7,4	16
	2. sato	YaraMila Y6	324	55	15	32
	yhteensä			160	31	111

Havaintoruutujen satomäärät vaihtelivat vajaasta 3000 kg:sta ka / ha 9000 kg:aan ka / ha (kuvio 17). Satomäärät olivat keskimäärin yli 6000 kg ka / ha. Lannoittamaton 0- ruutu jäi satomäärältään erittäin matalaksi.



KUVIO 17. Havaintoruututulosten kokonaissadot kg ka / ha vuonna 2017.

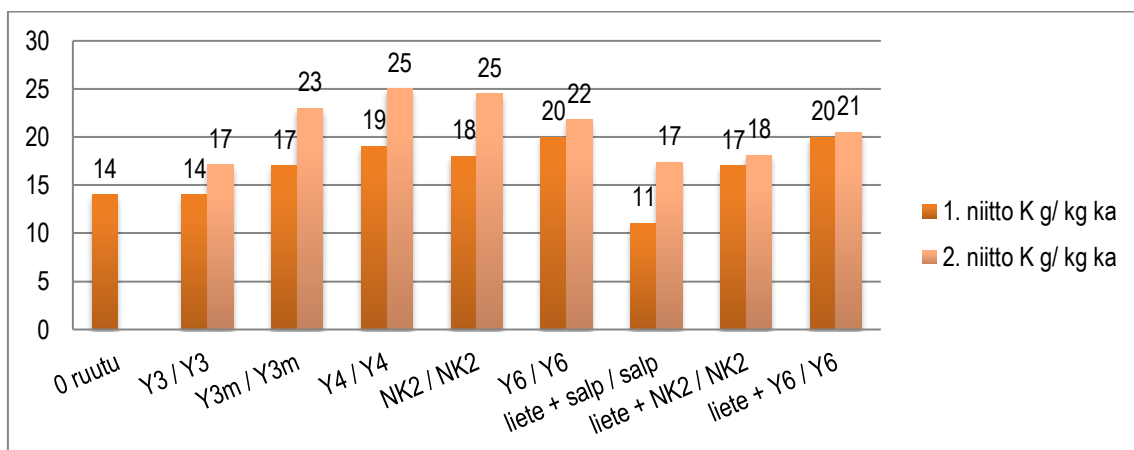
Ensimmäisen niiton satomäärät olivat selkeästi suuremmat kuin toisen niiton (kuvio 18). Ravinteita oli annettu havaintovuonna eniten havaintoalueelle Y6 / Y6, jossa annettiin typpeä 210 kg / ha (nitraattiasetuksen maksimi), fosforia 54 kg / ha ja kaliumia 119 kg / ha. Y6 / Y6 havaintoalueen ensimmäisen niiton satomäärä oli korkein ja toisen niiton satomäärä oli toiseksi korkein.



KUVIO 18. Havaintoruututulosten niittokohtaiset satotiedot kg ka / ha vuonna 2017.

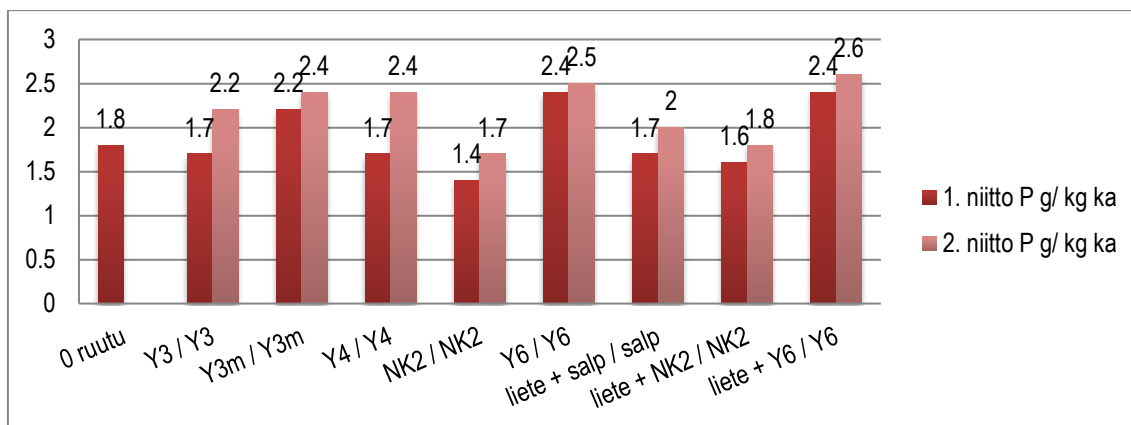
Vuoden 2017 havaintoruutujen rehuanalyysitiedoista esitellään kaliumin (kuvio 19), fosforin (kuvio 20), D-arvon (kuvio 21) ja raakavalkuaisen pitoisuudet (kuvio 22).

Rehuanalyysin kaliumpitoisuudet vaihtelivat 11–25 g / kg ka (kuvio 19), mikä on keskimääräistä matalammalla tasolla. MTT:n rehutaulukoiden mukaan nurmisäilörehusadon normaalina korjuuaikana keskimääräinen kalium on 29–31 g / kg ka. (MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodit 07002; MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodit 07003, viitattu 22.5.2018.) Ensimmäisen niiton rehussa kaliumpitoisuudet olivat selkeästi matalat, kun taas toisen niiton rehussa kaliumpitoisuudet olivat keskimääräistä hieman matalammalla tasolla. Havaintoruuduista 0- ruudulta puuttui rehuanalyysi toiselta niitolta.



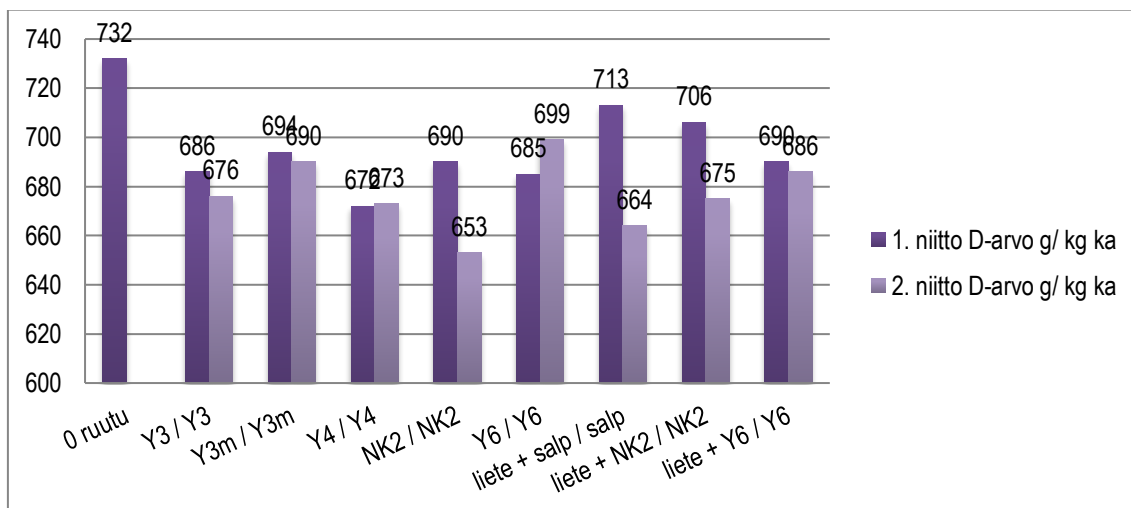
KUVIO 19. Havaintoruututulosten niittokohtainen rehuanalyysin kaliumpitoisuus g / kg ka vuonna 2017.

Rehuanalyysin fosforin pitoisuudet vaihtelivat 1,4–2,6 g / kg ka (kuvio 20). MTT:n rehutaulukoiden mukaan nurmisäilörehusadon normaalina korjuuaikana keskimääräinen fosfori on 2,9–3,2 g / kg ka. (MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodit 07002; MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodit 07003, viitattu 22.5.2018.) Ensimmäisen niiton rehussa fosforipitoisuudet olivat selkeästi keskimääräistä matalammat, kolmea havaintoruutua lukuun ottamatta. Toisen niiton rehussa fosforipitoisuudet olivat hyvällä tasolla. Havaintoruuduista 0-ruudulta puuttui rehuanalyysi toiselta niitolta.



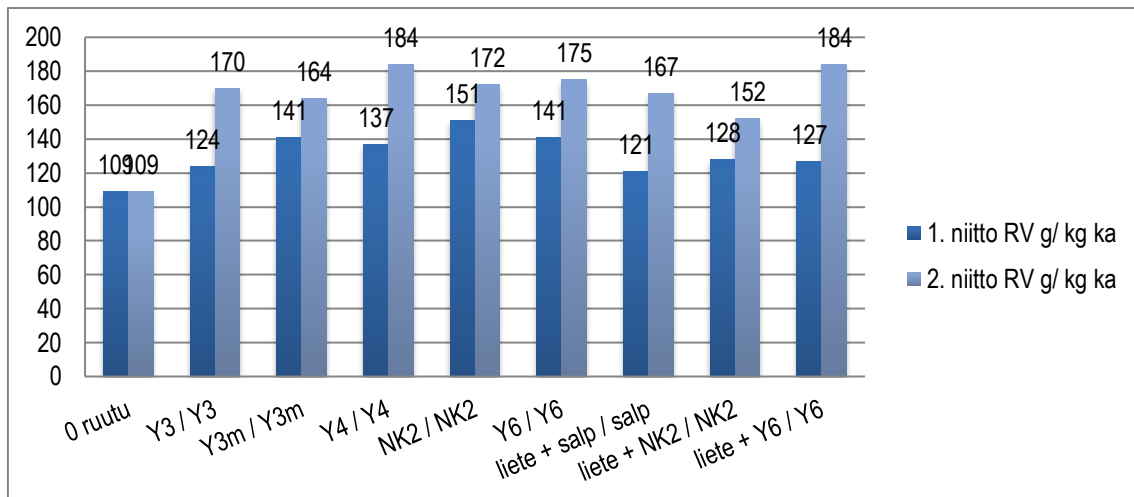
KUVIO 20. Havaintoruututulosten niittokohtainen rehuanalyysin fosforipitoisuus g / kg ka vuonna 2017.

Rehuanalyysin D-arvot vaihtelivat 653–732 g / kg ka, vaihteluväli oli suuri (kuvio 21). Ensimmäisen niiton rehussa D-arvo oli pääosin hyvä, lukuun ottamatta kolmea havaintoruutua, joilla D-arvo oli korkea, yli 700 g/ kg ka. Toisen niiton rehussa D-arvot olivat matalia viiden havaintoalueen rehussa ja neljän havaintoalueen rehussa taas hyvällä tasolla. Havaintoruuduista 0-ruudulta puuttui rehuanalyysi toiselta niitolta.



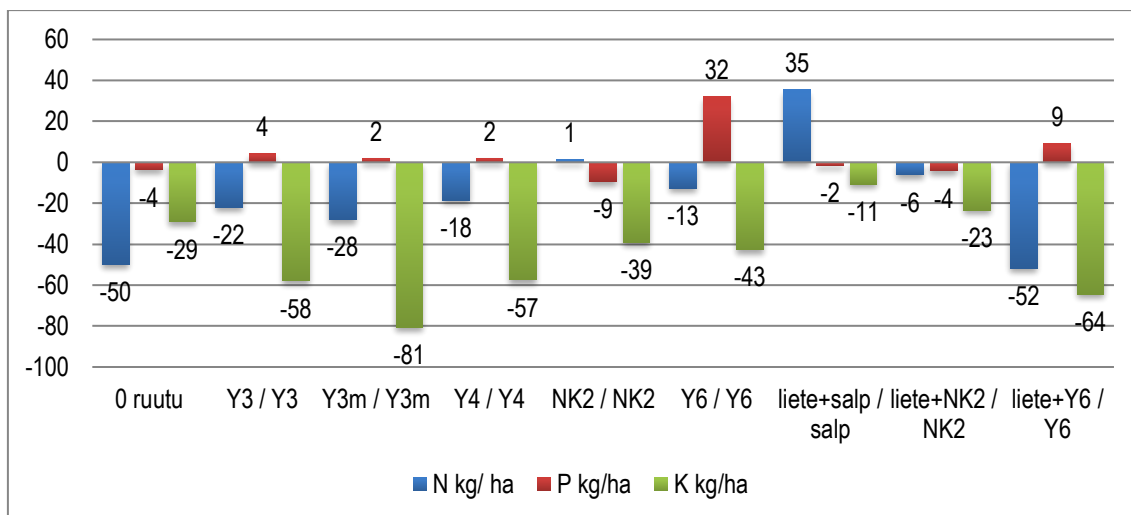
KUVIO 21. Havaintoruututulosten niittokohtainen rehuanalyysin D-arvo g / kg ka vuonna 2017.

Rehuanalyysin raakavalkuaisen pitoisuudet vaihtelivat 109–184 g / kg ka (kuvio 22). Ensimmäisen niiton rehussa raakavalkuaisen pitoisuudet olivat matalia viidellä havaintoruudulla ja loppuilla hyvällä tasolla. Toisen niiton rehussa raakavalkuaisen pitoisuudet olivat korkeat seitsemällä havaintoruudulla. Ainoastaan yhdellä havaintoruudulla, liete + NK2 / NK2, raakavalkuaisen pitoisuus oli hyvällä tasolla. Havaintoruuduista 0- ruudulla raakavalkuainen oli matala.



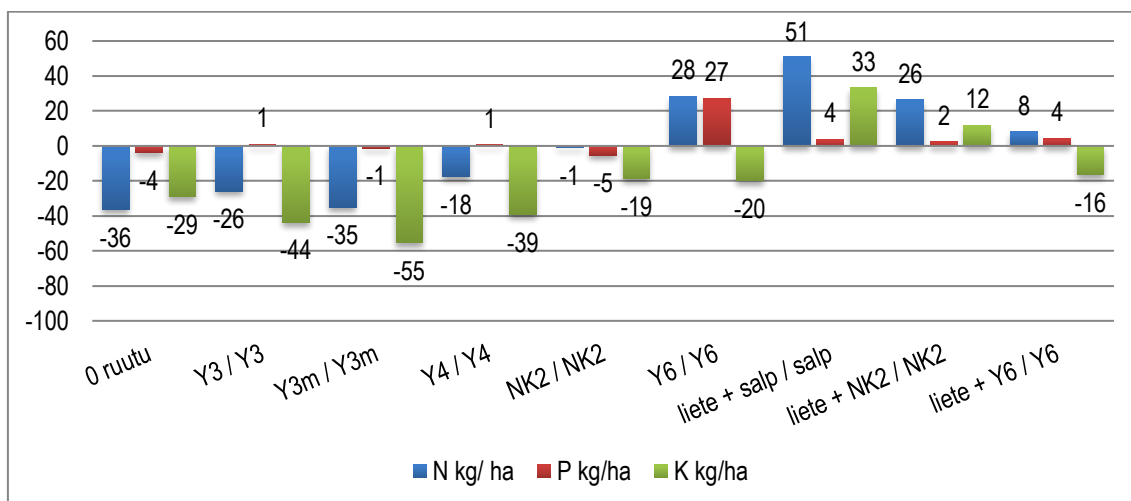
KUVIO 22. Havaintoruututulosten niittokohtainen rehuanalyysin raakavalkuainen g / kg ka vuonna 2017.

Havaintoruutujen peltotaseet olivat satovuoden jälkeen pääosin negatiiviset (kuvio 23). Erityisesti kaliumtase oli selkeästi negatiivinen kaikilla havaintoalueilla. Fosforitase oli erityisen positiivinen havaintoruuduilla Y6 / Y6 ja liete + Y6 / Y6. Peltolohkon fosforiviljavuus oli matala ja siksi positiivista fosforitasetta on todennäköisesti pidetty tavoitteena.



KUVIO 23. Havaintoruututulosten peltotaseet vuonna 2017.

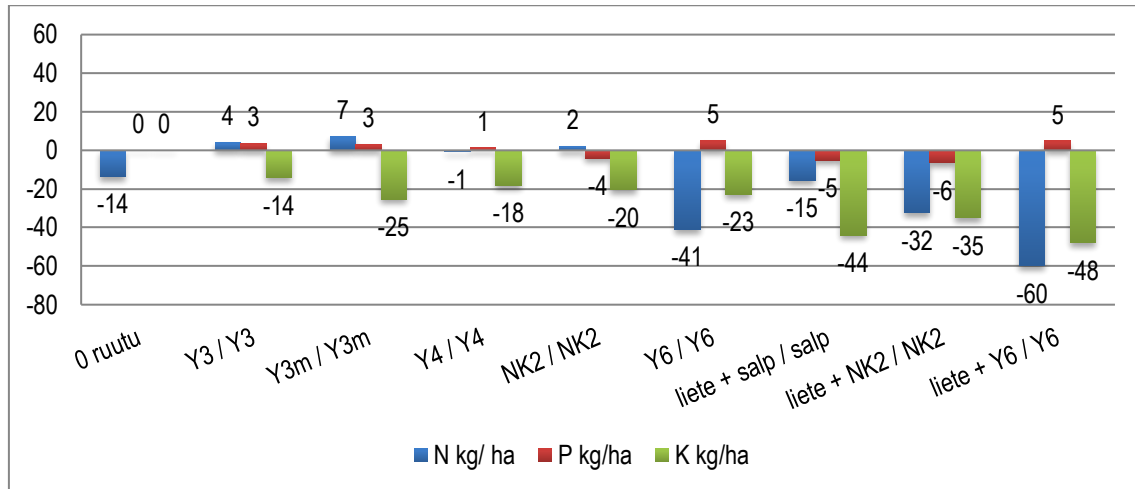
Havaintoruutujen peltotaseen typpi- ja kaliumtase olivat ensimmäisen niiton jälkeen negatiiviset puolella havaintoruuduista (kuvio 24). Kaliumtase oli selkeästi negatiivinen kuudella havaintoruudulla. Kolmella havaintoruudulla peltotase oli positiivinen kaikkien pääravinteiden osalta. Fosforitase oli huomattavan positiivinen havaintoruudulla Y6 / Y6.



KUVIO 24. Havaintoruututulosten peltotaseet ensimmäisen niiton jälkeen vuonna 2017.

Havaintoruutujen peltotaseen kaliumtase oli toisen niiton jälkeen kaikilla havaintoruuduilla negatiivinen (kuvio 25). Typpitase oli selkeästi negatiivinen havaintoruuduilla liete + Y6 / Y6, liete

+ NK2 / NK2 ja liete + salp / salp sekä Y6 / Y6. 0- ruudulta puuttui toisen niiton rehuanalyysi, joten peltotase on puutteellinen sen vuoksi fosforin ja kaliumin osalta. Fosforitase oli positiivinen neljällä havaintoalueella ja negatiivinen kolmella havaintoalueella.



KUVIO 25. Havaintoruututulosten peltotaseet toisen niiton jälkeen vuonna 2017.

7.4 Kyselyn tulokset

Kyselyyn osallistuneiden tilojen määrä jäi lopulta vain kolmeen, kyseiset tilat sijaitsivat IV-viljelyvyöhykkeellä. Päätuotantomuoto oli kaikilla tiloilla maidontuotanto. Lietelanta oli käytössä kaikilla tiloilla ja väkilannoitevalikoimaan kuuluivat tilalla 1 YaraMila NK2 ja Y4, tilalla 2 YaraMila NK2, Y4, Y3 ja Suomen salpietari sekä kalisuola, tilalla 3 Yara Mila Y3, NK2 ja kalisuola.

Tiloilla satomääriä määritettiin laskemalla rehukuormien määrät ja korjuuaikanäytteiden avulla sekä yhdellä tilalla automaattiruokkijan puntarin avulla määritettiin lopulta todellinen satomäärä. Säilörehun varastointimenetelminä tiloilla olivat laakasiilot ja auma.

Tilat 1 ja 2 olivat perustaneet nurmikierron kyselyyn valitulle kasvulohkolle vuonna 2014. Tilalla 3 nurmi oli perustettu vuonna 2016. Perustamisvuonna kylvetty nurmilaji tai nurmiseos sekä mahdollinen suojavilja olivat tilalla 1 timotei, tilalla 2 nurmiseos (timotei ja ruokonata) ja tilalla 3 timotei sekä suojaviljana ohran ja kauran seos.

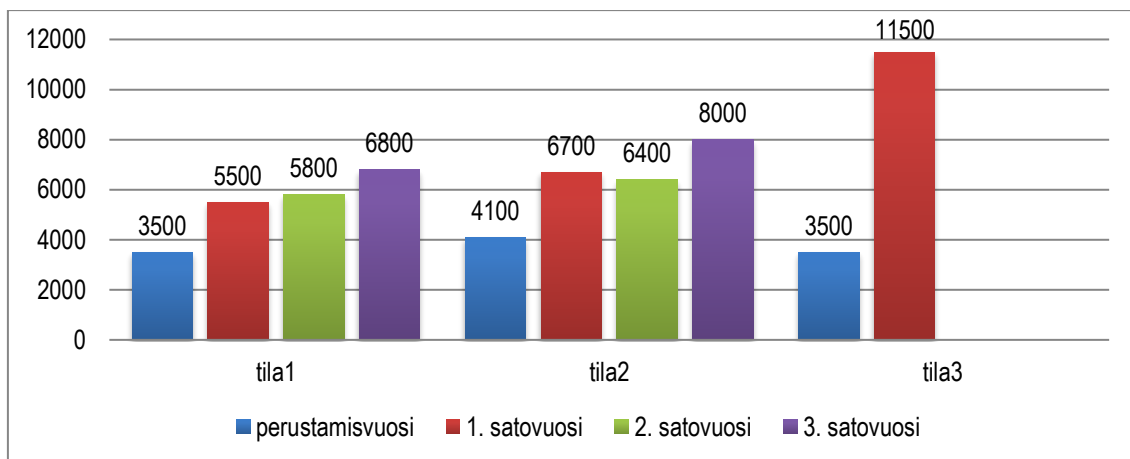
Tilojen kasvulohkojen maalajeina olivat saraturve (tilat 1 ja 2) ja erittäin runsasmultainen hienohieta (tila 3). Tilan 1 saraturvelohko oli ollut viljelyssä yli kaksikymmentä vuotta. Tilan 2 saraturvelohko oli ollut viljelyssä 1–5 vuotta ja tilan 3 erittäin runsasmultainen hienohietalohko oli ollut viljelyssä yli kaksikymmentä vuotta. Tilat 1 ja 3 olivat laittaneet biotiittia kyseiselle kasvulohkolle 2010- luvulla, kun taas tilalla 2 ei. Reservikaliumia ei ollut analysoitu tiloilla. Viljavuusanalyysit oli tehty tiloilla viiden vuoden sisällä. Tilojen kasvulohkojen viljavuustiedot esitellään taulukossa 13.

Tilojen kasvulohkojen viljavuustiedoista pH oli viljavuusluokaltaan hyvä tiloilla 1 ja 3. Tilalla 2 pH oli huono. Fosfori oli tyydyttävä tiloilla 1 ja 3, kun taas tilalla 2 fosfori oli hyvä. Kalium oli välttävä tilalla 1 ja huononlainen tiloilla 2 ja 3. Magnesium oli hyvä tiloilla 1 ja 3, kun taas tilalla 2 se oli huononlainen. Kalsium oli hyvä tiloilla 1 ja 3, kun taas huononlainen tilalla 2.

TAULUKKO 13. Tilojen peltolohkojen viljavuustiedot.

Viljavuustiedot	Maalaji	pH	P mg / l	K mg / l	Mg mg / l	Ca mg / l
Tila 1	Ct	5,8	12,8	55	400	3380
Tila 2	Ct	4,4	20	47	59	820
Tila 3	erm HHt	6,1	11,4	63,3	400	2433,3

Tilojen satotiedot nurmenkierron ajalta (kuvio 26). Satomäärät vaihtelivat perustamisvuonna 3500–4100 kg ka / ha ja muina satovuosina 5500–11500 kg ka / ha, vaihteluvälit olivat suuret. Tilalla 3 oli tiedot vain perustamisvuodelta ja ensimmäiseltä satovuodelta, sillä kyseisen kasvulohkon nurmi oli perustettu vasta vuonna 2016. Satomäärissä tila 3 eroaa muista tiloista erityisesti ensimmäisen satovuoden (vuosi 2017) osalta selkeästi suuremmalla satomäärällä. Syinä tilan 3 suurempaan ensimmäisen satovuoden satoon voivat olla maalaji (erm HHt) ja siitä johtuen suuremmat lannoitusmäärät sekä nurmen perustaminen suojaviljaan. Tilalla 2 oli korkeammat satomäärät verrattuna tilaan 1, osasyyn tähän voi olla vasta raivattu kasvulohko ja timotei/ ruokonata nurmiseos. Tila 2 antoi lannoituksessa pääosin vähemmän fosfori ja kaliumia verrattuna tila 1. Tilojen 1 ja 2 suurimmat sadot olivat kolmantena satovuonna eli vuonna 2017.



KUVIO 26. Tilojen satotiedot nurmenkierron ajalta.

Lannoitustiedot nurmenkierron ajalta esitellään perustamisvuodelta (taulukko 14) kolmanteen satovuoteen saakka (taulukot 15, 16 ja 17) tiloilta 1 ja 2. Tilalta 3 saatiin lannoitustiedot vain nurmen perustamiselle ja ensimmäiselle satovuodelle, koska kyseisellä tilalla nurmenkierto oli perustettu vuonna 2016.

Perustamisvuoden lannoitukset (taulukko 14) vaihtelivat tiloilla typen osalta 70–80 kg / ha. Fosforilannoitus vaihteli 10–15 kg / ha. Fosforilannoitusta tilalla 2 oli annettu vähemmän, koska kasvulohkon viljavuus fosfori oli hyvällä tasolla. Kaliumlannoitus vaihteli 28–77 kg / ha. Kaliumlannoitusta tilalla 2 oli annettu niukasti, vaikka viljavuuskaliumpitoisuus oli ollut kyseisen tilan kasvulohkolla huononlainen.

TAULUKKO 14. Perustamisvuoden lannoitus.

	N kg / ha	P kg / ha	K kg / ha
Tila 1	70	14	77
Tila 2	80	10	28
Tila 3	80	15	76

Ensimmäisen satovuoden lannoitus (taulukko 15) oli typen osalta tiloilla 1 ja 2 samanlainen 160 kg / ha. Tilalla 3 oli annettu typpeä selvästi enemmän (196 kg / ha) johtuen kasvulohkon maalajista, joka oli karkea kivennäismaa, jolle saa antaa typpeä enemmän kuin turvemaille. Fosforilannoitus

vaihteli 8–14 kg / ha. Kaliumlannoitus vaihteli 70–152 kg / ha, tilat olivat antaneet selvästi eri määriä kaliumia. Tilalla 2 oli annettu niukasti kaliumlannoitusta verrattuna muihin tiloihin.

TAULUKKO 15. Ensimmäisen satovuoden lannoitus.

	N kg / ha	P kg / ha	K kg / ha
Tila 1	160	8	112
Tila 2	160	10	70
Tila 3	196	14	152

Toisen satovuoden lannoitus (taulukko 16) oli tiloilla typen osalta sama 160 kg / ha. Fosfori- ja kaliumlannoituksen osalta määrät olivat eriäviä. Fosforilannoitus vaihteli 10–24 kg / ha ja kaliumlannoitus vaihteli 70–120 kg / ha. Tilalla 1 oli annettu lannoituksessa puolet enemmän fosforia ja kaliumia verrattuna tilaan 2.

TAULUKKO 16. Toisen satovuoden lannoitus.

	N kg / ha	P kg / ha	K kg / ha
Tila 1	160	24	120
Tila 2	160	10	70

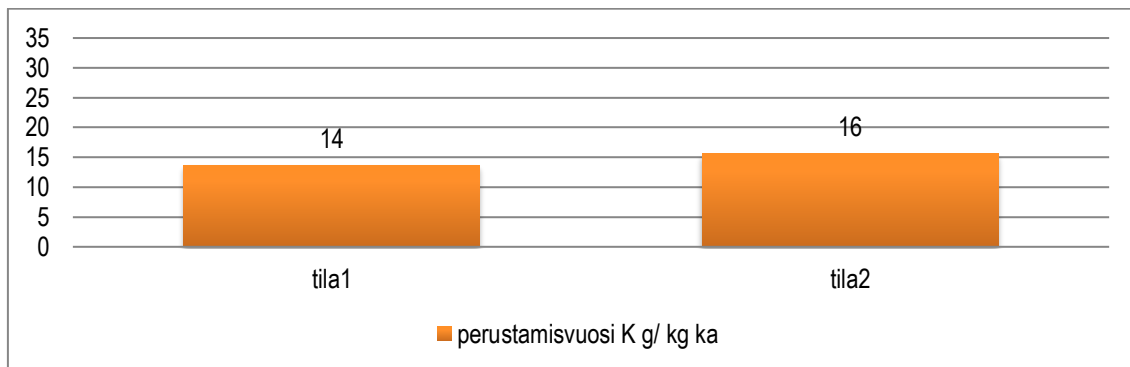
Kolmannen satovuoden lannoitus (taulukko 17) oli typen ja kaliumin osalta eriävä. Typen määrä vaihteli 160–170 kg / ha. Fosforilannoitus oli tiloilla sama 10 kg / ha ja kaliumlannoitus vaihteli 69–102 kg / ha. Tilalla 1 oli annettu lannoituksessa enemmän typpeä ja kaliumia verrattuna tilaan 2.

TAULUKKO 17. Kolmannen satovuoden lannoitus.

	N kg / ha	P kg / ha	K kg / ha
Tila 1	170	10	102
Tila 2	160	10	69

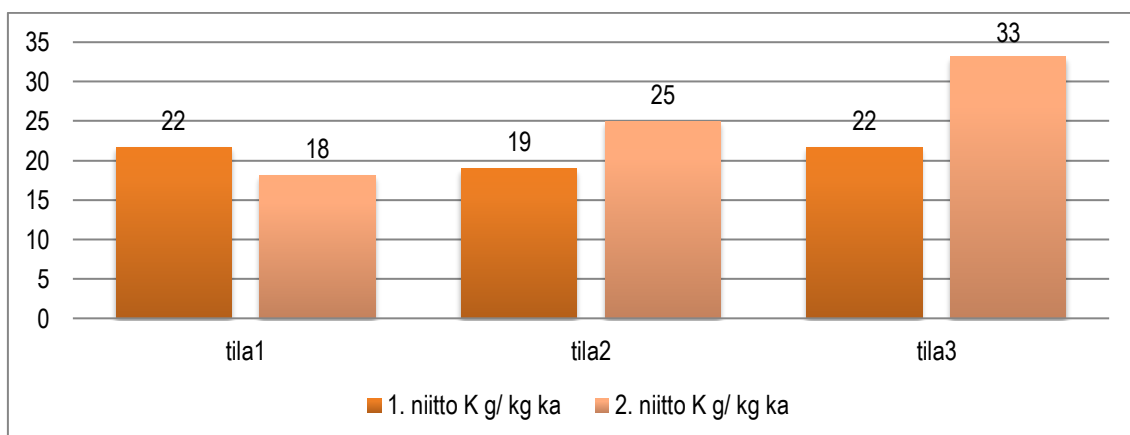
Tilojen rehuanalyysitiedoista esitellään kaliumin (kuvio 27), fosforin (kuvio 28) ja raakavalkuaisen pitoisuudet (kuvio 29).

Perustamisvuoden rehuanalyysin kaliumpitoisuudet (kuvio 27) vaihtelivat 14–16 g / kg ka, joka oli molemmilla tiloilla hälyttävän matala. MTT:n rehutaulukoiden mukaan nurmisäilörehusadon normaalina korjuuajana keskimääräinen kalium on 29–31 g / kg ka. (MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodit 07002; MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodit 07003, viitattu 22.5.2018.)



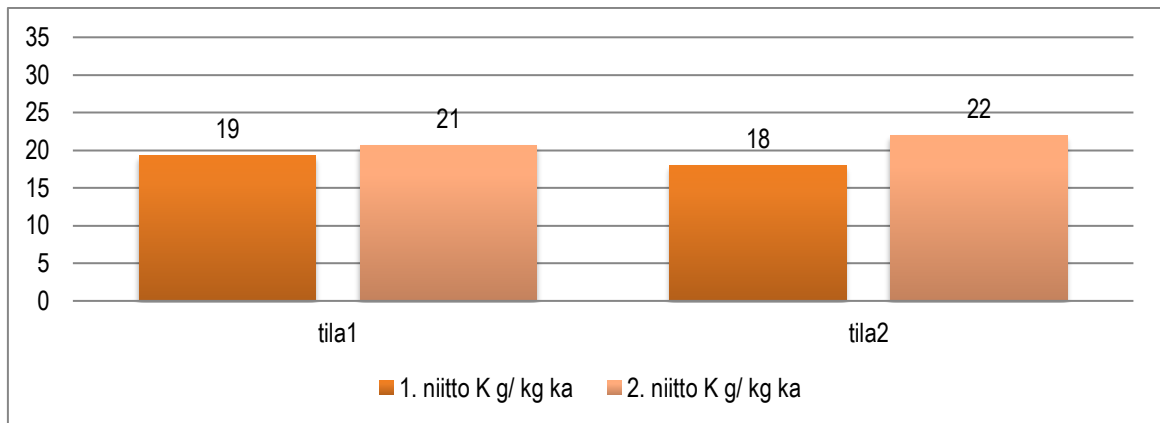
KUVIO 27. Perustamisvuoden rehuanalyysin kaliumpitoisuus g / kg ka.

Ensimmäisen satovuoden rehuanalyysin kaliumpitoisuudet (kuvio 28) vaihtelivat 18–33 g / kg ka, mikä on keskimääräistä hieman matalammalla tasolla. Ensimmäisen niiton rehussa kaliumpitoisuus oli tiloilla matalahkolla tasolla. Toisen niiton rehussa kaliumpitoisuus oli korkea tilalla 3, muilla tiloilla keskimääräisellä tai matalahkolla tasolla.



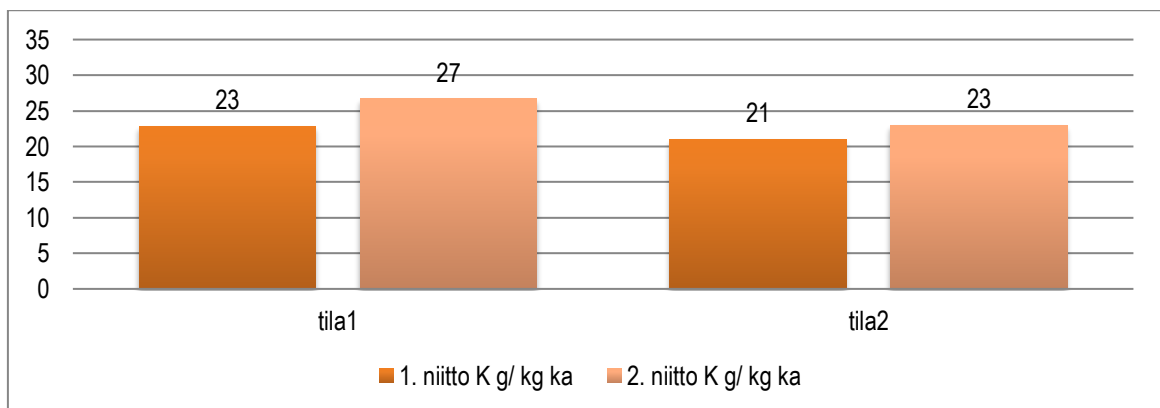
KUVIO 28. Ensimmäisen satovuoden rehuanalyysin kaliumpitoisuus g / kg ka.

Toisen satovuoden rehuanalyysin kaliumpitoisuudet (kuvio 29) vaihtelivat 18–22 g / kg ka ja ne olivat keskimääräistä matalammalla tasolla. Ensimmäisen niiton rehussa kaliumpitoisuudet olivat matalammat kuin toisen niiton rehussa. Osasyynä tähän voi olla se, että tilat antoivat kaliumlannoitusta enemmän toiselle niitolle.



KUVIO 29. Toisen satovuoden rehuanalyysin kaliumpitoisuus g / kg ka.

Kolmannen satovuoden rehuanalyysin kaliumpitoisuudet (kuvio 30) vaihtelivat 21–27 g / kg ka, mikä on keskimääräistä hieman matalammalla tasolla. Ensimmäisen niiton rehussa kaliumpitoisuudet olivat matalammat kuin toisen niiton rehussa. Tilan 1 kaliumpitoisuudet ovat paremmat kuin tilan 2, sillä tilalla 2 oli annettu melkein puolet vähemmän kaliumlannoitusta. Tulokset eivät kuitenkaan poikkea toisistaan paljon, mihin osasyynä voi olla tilan 2 nurmiseos, joka sisälsi timotein lisäksi ruokonataa.



KUVIO 30. Kolmannen satovuoden rehuanalyysin kaliumpitoisuus g / kg ka.

Tilojen rehuanalyysin fosforipitoisuudet (taulukko 18) vaihtelivat 1,7–3,7 g / kg ka. MTT:n rehutaulukoiden mukaan nurmisäilörehusadon normaalina korjuuaikana keskimääräinen fosfori on 2,9–3,2 g / kg ka. (MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodit 07002; MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodit 07003, viitattu 22.5.2018.) Tilalla 1 oli matala fosforipitoisuus toisen ja kolmannen satovuoden ensimmäisen niiton rehussa. Tiloilla 2 ja 3 rehujen fosforipitoisuudet olivat keskimääräisellä tasolla.

TAULUKKO 18. Rehuanalyysien fosforipitoisuudet g / kg ka nurmenkierron ajalta.

Tila	Perustamisvuosi	Ensimmäinen satovuosi		Toinen satovuosi		Kolmas satovuosi	
		1. niitto	2. niitto	1. niitto	2. niitto	1. niitto	2. niitto
Tila 1	2,2	2,9	2,8	1,7	2,2	1,7	2,3
Tila 2	2	2,6	2,5	2,6	2,5	2,7	2,2
Tila 3	-	2,5	3,7	-	-	-	-

Tilojen rehuanalyysien raakavalkuaisen pitoisuudet (taulukko 19) vaihtelivat 117–206 g / kg ka, vaihteluvälit olivat suuret. Tilalla 1 rehun raakavalkuainen oli matala perustamisvuoden sekä toisen satovuoden toisen niiton rehussa. Tilan 2 rehussa raakavalkuaisen pitoisuudet olivat keskimäärin kohtalaisella tasolla. Tilan 3 rehussa raakavalkuaisen pitoisuus oli korkea ensimmäisen satovuoden toisen niiton rehussa.

TAULUKKO 19. Rehuanalyysien raakavalkuaisen pitoisuudet g / kg ka nurmenkierron ajalta.

Tila	Perustamisvuosi	Ensimmäinen satovuosi		Toinen satovuosi		Kolmas satovuosi	
		1. niitto	2. niitto	1. niitto	2. niitto	1. niitto	2. niitto
Tila 1	117	151	148	140	117	141	173
Tila 2	124	136	128	124	136	140	137
Tila 3	-	131	206	-	-	-	-

Kyselyssä kerättiin avointen kysymysten avulla viljelijöiden omia arvioita tilan kaliumlannoituksesta ja ravinnetaloudesta.

Nykyisen lannoitevalikoiman/ maanparannusaineiden/ karjanlannan kaliumin riittävyys nurmelle

Kahden tilan mielestä nurmen kaliumtarvetta ei saada tyydytettyä, vaan oli jouduttu lisäämään kalisuolaa ja väkilannoitevalikoimaan oli otettu lisäksi YaraMila Y4, jossa on korkeampi kaliumpitoisuus. Yhden tilan mielestä nurmen kaliumtarve saadaan tyydytettyä nykyisellä lannoitevalikoimalla.

Maanparannusaineiden käyttö nurmenkierrossa

Kaikki tilat käyttivät maanparannusaineena vähintään biotiittia, osa käytti lisäksi dolomiittikalkkia ja teräskuonaa sekä Paltamon kalkkivijauhetta.

Kaliumtarpeen havainnointi lohkoittain

Kaikilla tiloilla kaliumin tarvetta havainnointiin viljavuusanalyysien, rehuanalyysin sekä kasvuston tarkastuksien avulla.

Kaliumlannoituksen säätelyn keinot

Kaliumlannoitusta oli korjattu kalisuolan ja biotiitin avulla kaikilla tiloilla.

Kaliumlannoitussuosittelujen suhde tilan tarpeisiin

Kahden tilan mielestä kaliumlannoituksen suositukset ovat liian matalat. Yhden tilan mielestä suositukset ovat riittävät.

Arviointia pääravinteiden (typen ja fosforin) käyttömäärien riittävydestä

Typen suhteen kaksi tilaa oli sitä mieltä, että typen määrä on liian vähäinen. Yhden tilan mielestä typpi riittää. Kaikkien tilojen mielestä fosforin käyttömäärät ovat liian vähäiset.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää maaperän luontaisia kaliumvaroja ja kaliumlannoituksen merkitystä säilörehunurmisatomääriin ja ravinnetalouteen. Tuloksista ilmenee maaperän reservikalium- ja viljavuuskaliumpitoisuudet valtakunnallisesti ja IV–V viljelyvyöhykkeellä.

Eloperäisten maiden viljavuuskaliumpitoisuudet olivat valtakunnallisesti ja IV–V viljelyvyöhykkeellä välttävät. Vaihteluvälit olivat suuret erityisesti multamailla välttävän ja korkean viljavuusluokan välillä, kun taas turvemailla se oli huonon ja hyvän viljavuusluokan välillä. Turvemailla reservikaliumpitoisuus oli keskimäärin matala, kun taas multamailla se oli keskimäärin kohtalaisella tasolla. Reservikaliumin vaihteluvälit olivat suuria turvemailla ja multamailla. IV–V viljelyvyöhykkeellä eloperäisten maiden kaliumpitoisuudet olivat matalammat kuin valtakunnallisesti.

Valtakunnallisesti karkeiden kivennäismaiden viljavuuskaliumpitoisuus oli keskimäärin tyydyttävä, eli eloperäisiä maita korkeampi. Ainoastaan hienon hiekan pitoisuus oli välttävä. Viljavuuskaliumpitoisuuksien vaihteluvälit olivat suuria. Karkeiden kivennäismaiden reservikaliumpitoisuus oli keskimäärin hyvällä tasolla. Hietamoreeni, hieno hieta ja hiesuinen hieno hieta ylittivät keskimäärin 1000 mg / l. Reservikaliumpitoisuuksien vaihteluvälit olivat suuria myös karkeilla kivennäismailla.

Maaperän luontaiset kaliumvarat ovat vähäiset erityisesti turvemailla. Kaliumlannoituksen merkitys siis korostuu erityisesti näillä maalajeilla ja eritoten IV-viljelyvyöhykkeellä, jossa on runsaasti turvemaapeltoja nurmiviljelyssä. Tuloksissa yllätti kaliumpitoisuuksien suuret vaihteluvälit kaikilla maalajeilla huonosta jopa arveluttavan korkeisiin. Tulos tukee suositusta, että reserviravinteita tulisi analysoida entistä enemmän, jotta kaliumlannoitusta voidaan kohdentaa tarkemmin kasvulohkoille ja tehdä säilörehunurmentuotanto kannattavammaksi.

Vuoden 2016 havaintoruututuloksien viljavuus- ja satotietojen, lannoituksen ja rehuanalyyisitietojen avulla analysoitiin kaliumlannoituksen ja muiden pääravinteiden vaikutusta satomääriin, rehun ravinnepitoisuuksiin ja ravinnetalouteen. Havaintoruutujen satomäärät vaihtelivat 5600 kg:sta ka / ha reiluun 7000 kg:aan ka / ha.

Havaintoruutujen eri lannoitekäsittelyt erosivat toisistaan lannoitelajin ja ravinnemäärien osalta. Toiseen satoon oli laitettu lietettä kaikille muille havaintoalueille, paitsi havaintoalueelle Y4 / Y4. Ravinteiden osalta typen kokonaismäärä havaintovuonna vaihteli 130–160 kg / ha, fosforin määrä vaihteli 0–22 kg / ha ja kaliumin määrä vaihteli 61–131 kg / ha eli ravinnemäärät olivat ympäristökorvauksen rajoissa. Kaliumlannoitussuositukseen nähden havaintoruuduille oli annettu suositusten mukaisesti kaliumlannoitusta (viljavuusluokka tyydyttävä kaliumlannoitus suositus yhteensä 60 kg/ ha) ja osalle ruuduista oli annettu yli suositusten.

Y4 / Y4 oli satomäärältään paras kaikista havaintoruuduista, kyseisellä havaintoruudulla oli annettu ravinteita yhteensä havaintovuonna typpeä 160 kg / ha, fosforia 16 kg / ha ja kaliumia 96 kg / ha. Kyseiselle havaintoruudulle oli annettu kaliumia yli suosituksen (yli 60 kg/ ha) ja sato oli korkein kaikista. Tässä käsittelyssä ravinnemäärät olivat tasapainossa suhteessa toisiinsa ja se tuotti tulosta, tosin satomäärät olisivat voineet olla havaintoruuduilla vieläkin korkeampia. Osaltaan keskimääräisiin satomääriin vaikuttanee myös maalajin, metsäsaraturpeen, ravinneköyhyys ja happamuus sekä vuoden 2016 kostea sää.

Rehuanalyysin kaliumpitoisuudet vaihtelivat 21–27 g / kg ka, mikä oli keskimääräisellä tasolla. Ensimmäisen niiton rehussa oli keskimäärin enemmän kaliumia kuin toisen niiton rehussa. Tämä on asiaan kuuluvaa, sillä ensimmäisen niiton rehussa on tuoretta lehtevää kasvustoa ja tuoreessa lehtevässä kasvustossa on enemmän kaliumia.

Havaintoalueiden peltotaseet olivat satovuoden jälkeen pääosin negatiiviset eli alijäämäiset. Erityisesti kaliumtase oli selkeästi negatiivinen kaikilla havaintoalueilla. Ainoastaan fosforitase oli positiivinen havaintoruuduilla Y4 / liete + NK2 ja Y4 / liete + Y4. Negatiivinen kaliumtase noudattelee tyypillistä nurmen kaliumtasetta, jossa luksusotto ja huuhtouma näkyvät negatiivisena taseena.

Vuoden 2017 havaintoruututuloksien satomäärät vaihtelivat vajaasta 3000 kg:sta ka / ha 9000 kg:aan ka / ha. Vaihteluvälit olivat suuremmat kuin vuoden 2016 havaintotuloksissa.

Havaintoruutujen eri lannoitekäsittelyt erosivat toisistaan lannoitelajin ja ravinnemäärien osalta. Ravinteiden osalta typen kokonaismäärä havaintovuonna vaihteli 0–210 kg / ha, fosforin määrä vaihteli 0–54 kg / ha ja kaliumin määrä vaihteli 0–184 kg / ha. Kaliumlannoitussuositukseen nähden havaintoruuduista vain kahdelle havaintoruudulle oli annettu yli suositusten kaliumlannoitusta

(viljavuusluokka välttävä kaliumlannoituksen suositus on yhteensä 110 kg/ ha) ja muille havaintoruuduille oli annettu selvästi alle suositusten.

Tuloksissa havaintoruutu Y6 / Y6 erosi muista selkeästi korkeammalla satomäärällä ja tähän yksi selkeä syy on selkeästi korkeammat ravinmäärät (typpi 210 kg / ha, joka on nitraattiasetuksen maksimi, fosfori 45 kg / ha ja kalium 119 kg / ha). Korkeammilla ravinmäärillä päästiin parempiin satomääriin turvemailla ja vaikka kyseiselle havaintoruudulle annettiin selvästi suositusta enemmän ravinteita, jäivät typpi- ja kaliumtase negatiiviseksi eli alijäämäiseksi. Fosforitase jäi taas erittäin positiiviseksi eli ylijäämäiseksi, mikä oli todennäköisesti osin tavoitteena, kun maan fosforitilanne oli huono.

Rehuanalyysin kaliumpitoisuudet vaihtelivat 11–25 g / kg ka. Ensimmäisen niiton rehussa kaliumpitoisuudet olivat selkeästi matalat, kun taas toisen niiton rehussa kaliumpitoisuudet olivat keskimääräistä hieman matalammalla tasolla. Vuoden 2016 havaintoruututuloksiin verrattuna rehun kaliumpitoisuudet olivat nyt huonompia. Vuoden 2016 havaintoruuduille annettiinkin pääsääntöisesti suositusten mukaisesti kaliumlannoitusta. Huomioitavaa on myös se, että havaintoruutujen viljavuuskalium oli välttävä vuoden 2017 havaintoalueilla ja tyydyttävä vuoden 2016 havaintoalueilla. Toisin sanoen kaliumin tarve oli jo valmiiksi suurempi vuoden 2017 havaintoruuduilla. Vuoden 2017 sääolot ovat varmasti myös osasy syy heikompiin rehun kaliumpitoisuuksiin, kylmyys ja kosteus ovat osaltaan myös lisänneet kaliumin huuhtoumaa.

Havaintoruutujen peltotaseet olivat myös satovuoden 2017 jälkeen pääosin negatiiviset. Erityisesti kaliumtase oli selkeästi negatiivinen kaikilla havaintoruuduilla.

Kyselyyn osallistuneiden tilojen viljavuus-, sato-, lannoitus- ja rehuanalyysitietojen avulla analysoitiin kaliumlannoituksen vaikutusta satomääriin ja rehun ravinnepitoisuuksiin. Tilojen satomäärät vaihtelivat perustamisvuonna 3500–4100 kg ka / ha ja muina satovuosina 5500–11500 kg ka / ha. Satomäärät olivat pääosin keskimääräisiä. Haastavat sääolot seurantajaksolla näkyvät nurmikierron satomäärissä.

Kaliumlannoitussuosituksiin nähden perustamisvuonna tilalla 1 oli annettu kaliumlannoitusta 76 kg/ ha, eli yli suositusten (viljavuuskaliumin ollessa välttävä suositus on 40 kg/ ha). Tilat 2 ja 3 olivat antaneet kaliumlannoitusta alle suositusten. Tilalla 2 oli annettu 28 kg/ ha (viljavuuskaliumin ollessa huononlainen suositus on 50 kg/ ha) ja tilalla 3 oli annettu 76 kg/ ha (viljavuuskaliumin ollessa

huononlainen suositus on 90 kg/ ha, kun nurmi perustetaan suojaviljaan). Perustamisvuoden rehuanalyysin kaliumpitoisuudet tiloilla 1 ja 2 vaihtelivat 14–16 g / kg ka, joka oli molemmilla tiloilla hälyttävän matala. Kaliumlannoitustaso olisi saanut olla perustamisvuonna siis nykyistä korkeampi.

Ensimmäisen satovuoden kaliumlannoitus oli tilalla 1 suositusten mukainen 112 kg/ ha (viljavuuskaliumin ollessa välttävä suositus on 110 kg/ ha), kun taas tilalla 2 se oli selvästi alle suositusten 70 kg/ ha (viljavuuskaliumin ollessa huononlainen suositus on 130 kg/ ha). Tilalla 3 taas oli annettu yli suositusten 152 kg/ ha (viljavuuskaliumin ollessa huononlainen suositus on 130 kg/ ha). Ensimmäisen satovuoden rehuanalyysin kaliumpitoisuudet vaihtelivat 18–33 g / kg ka. Ensimmäisen niiton rehussa kaliumpitoisuus oli tiloilla kohtalaisella tasolla. Toisen niiton rehussa kaliumpitoisuus oli korkea tilalla 3, muilla tiloilla keskimääräisellä tai matalahkolla tasolla.

Toisen satovuoden kaliumlannoitus oli tilalla 1 suositusten mukainen 120 kg/ ha ja tilalla 2 alle suositusten 70 kg/ ha (viljavuuskaliumin ollessa huononlainen suositus on 130 kg/ ha). Toisen satovuoden rehuanalyysin kaliumpitoisuudet vaihtelivat 18–22 g / kg ka ja ne olivat matalahkolla tasolla. Ensimmäisen niiton rehussa kaliumpitoisuudet olivat matalammat kuin toisen niiton rehussa. Osasyynä tähän saattoi olla se, että tilat antoivat kaliumlannoitusta enemmän toiselle niitolle.

Kolmannen satovuoden kaliumlannoitus oli molemmilla tiloilla alle suositusten. Tilalla 1 oli annettu 102 kg/ ha, kun suositus oli 110 kg/ ha. Kun kyseessä oli kolmannen vuoden sato, sille suositellaan annettavaksi kaliumlannoitusta vielä lisää 20 kg/ ha eli yhteensä suositus on 130 kg/ ha. Tilalla 2 oli annettu kaliumlannoitusta 69 kg/ ha, kun suositus oli yhteensä 130 + 20 eli 150 kg/ ha. Kolmannen satovuoden rehuanalyysin kaliumpitoisuudet vaihtelivat 21–27 g / kg ka ja mikä on keskimääräistä hieman matalammalla tasolla. Ensimmäisen niiton rehussa kaliumpitoisuudet olivat matalammat kuin toisen niiton rehussa.

Tilan 1 kaliumpitoisuudet olivat hieman paremmat kuin tilan 2, sillä tilalla 2 oli annettu melkein puolet enemmän kaliumlannoitusta. Se miksi erot olivat pienet, voi johtua tilan 2 timotei/ ruokonata nurmiseoksesta, sillä ruokonata on lehtevämpää ja siten kaliumpitoisuudeltaan korkeampaa kuin pelkkä timotei. Tulokseen on voinut vaikuttaa myös maaperän erilaiset reservikaliumpitoisuudet, joita ei ollut analysoitu.

9 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää maaperän luontaisia kaliumvaroja ja kaliumlannoituksen merkitystä säilörehunurmisatoihin ja ravinnetalouteen. Selvitykseen otettiin mukaan seitsemän Yara Suomen IV-viljelyvyöhykkeellä olevaa yhteistyömaatilaa, joille sähköpostikysely lähetettiin. Yhteistyömaatiloista kolme vastasi kyselyyn. Lisäksi Yara Suomen ja Hankkija Oy:n Kasvuohjelma-yhteistyön havaintoruututuloksia saatiin vuosilta 2016 ja 2017. Eurofins Viljavuuspalvelusta saatiin tilastotietoa viljavuus- ja reservikaliumpitoisuuksista vuosilta 2012–2017.

Tuloksista selvisi, että eloperäisten maiden viljavuuskaliumpitoisuudet olivat valtakunnallisesti ja IV–V viljelyvyöhykkeellä välttävät. Vaihteluvälit olivat suuret erityisesti multamailla välttävän ja korkean viljavuusluokan välillä, kun taas turvemailla vaihteluväli oli huonon ja hyvän viljavuusluokan välillä. Turvemailla reservikaliumpitoisuus oli keskimäärin matala, kun taas multamailla se oli keskimäärin kohtalaisella tasolla. Reservikaliumin vaihteluvälit olivat suuria turvemailla ja multamailla. IV–V viljelyvyöhykkeellä eloperäisten maiden kaliumpitoisuudet olivat matalammat kuin valtakunnallisesti.

Maaperän luontaiset kaliumvarat ovat vähäiset erityisesti turvemailla. Kaliumlannoituksen merkitys korostuu erityisesti näillä maalajeilla ja eritoten IV-viljelyvyöhykkeellä, jossa on runsaasti turvemaapeltoja nurmiviljelyssä. Tuloksissa yllätti kaliumpitoisuuksien suuret vaihteluvälit kaikilla maalajeilla huonosta jopa arveluttavan korkeisiin. Tulos tukee suositusta, että reserviravinteita tulisi analysoida entistä enemmän, jotta lannoitusta voidaan kohdentaa tarkemmin ja taloudellisemmin ja saada säilörehunurmentuotanto kannattavammaksi.

Havaintoruututuloksien satomäärät olivat keskimääräiset vuonna 2016 (5600–7000 kg ka / ha) ja vuonna 2017 (3000–9000 kg ka / ha). Satomäärät ovat keskimääräistä satotasoa, vaikka nykyään nurmitutkimuksissa ja kehittyvillä tiloilla voidaan päästä jo yli 10000 kg ka / ha nurmisatoihin. Osasyys keskimääräisiin satomääriin voi olla kasvin tarpeeseen nähden liian matalat kalium- ja typpi- sekä fosforilannoitustasot. Pääosin havaintoruuduille oli laitettu ympäristökorvauksen maksimin mukaisesti typpilannoitusta. Maan kasvukunnosta ja vesitaloudesta ei ole tietoa, joten sieltäkin voi löytyä syy keskimääräisiin satotasoihin. Myös seurantavuosien haastavilla sääoloilla on varmasti ollut myös oma vaikutuksensa satotasoon. Nurmilajikkeellakin voi olla oma vaikutuksensa asiaan.

Vuonna 2017 havaintoruudun Y6 / Y6 paras sato oli yli 9000 kg ka / ha, jonka ravinnemäärät erosivat muista käsittelyistä selvästi. Kyseisellä havaintoruudulla oli käytetty typpeä nitraattiasetuksen maksimin mukaan (typpi 210 kg/ha, fosfori 45 kg/ ha ja kalium 119 kg/ ha). Peltotase ei kuitenkaan kyseisellä ruudulla ollut erityisen ali- tai ylijäämäinen typen ja kaliumtaseen osalta, (vain fosfori selvästi ylijäämäinen) vaan keskimäärin peltotase noudatti samaa linjaa kuin muidenkin ruutujen peltotaseet. Tuloksista voidaan päätellä, että typpi- ja kaliumlannoituksen määriä voidaan lisätä turvemailla.

Rehuanalyysin kaliumpitoisuudet vaihtelivat 11–27 g/ kg ka havaintoruuduilla vuosina 2016 ja 2017. Vuoden 2016 havaintoruuduille annettiin pääosin suositusten mukaisesti kaliumia, kun taas vuonna 2017 kaliumlannoitusta annettiin pääosin alle suositusten. Tämä näkyi vuoden 2016 rehun kaliumpitoisuuksissa hieman parempina pitoisuuksina. Huomioitavaa on se, että havaintoalueiden viljavuuskalium oli välttävä vuoden 2017 havaintoalueilla ja tyydyttävä vuoden 2016 havaintoalueilla, eli kaliumin tarve oli jo valmiiksi suurempi vuoden 2017 havaintoalueilla. Vuoden 2017 sääolot ovat vielä lisäksi todennäköinen osasy heikompiin rehun kaliumpitoisuuksiin, sillä kylmyys ja kosteus ovat varmasti osaltaan lisänneet kaliumin huuhtoumaa.

Peltotaseet jäivät pääosin alijäämäisiksi typpi- ja kaliumtaseen osalta havaintoruuduilla vuosina 2016 ja 2017. Negatiivinen kaliumtase noudattelee tyypillistä nurmen kaliumtasetta, jossa luksusotto ja huuhtouma näkyvät negatiivisessa taseessa.

Kyselyyn vastanneiden tilojen satomäärät vaihtelivat perustamisvuonna 3500–4100 kg ka / ha ja muina satovuosina 5500–11500 kg ka / ha. Satomäärät olivat pääosin keskimääräisiä. Haastavat sääolot näkyvät nurmikierron satomäärissä. Tila 3 erottui muista tiloista erillä maalajilla (erm HHT), mikä näkyi lannoituksessa suurempina ravinnemäärinä ja parempana kasvualustana ja siten myös suurempina satomäärinä, toisaalta myös nurmen perustaminen suojaviljaan on varmasti osaltaan parantanut nurmen kasvua ensimmäisenä satovuonna.

Tilojen kaliumlannoitus oli pääosin alle suositusten. Ainoastaan tilalla 1 kaliumlannoitus oli suositusten mukainen, paitsi kolmantena satovuonna, jolloin se oli selkeästi alle suositusten. Rehuanalyysin kaliumpitoisuus oli hälyttävän matala perustamisvuoden rehussa tiloilla 1 ja 2 (14 ja 16 g / ka ka). Tuloksista voidaan päätellä, että perustamisvuoden kaliumlannoitukset (77 kg /ha ja 28 kg / ha) olivat liian vähäisiä. Tilalla 3 rehuanalyysin kaliumpitoisuus oli liian korkea

ensimmäisen satovuoden toisen niiton rehussa (33 g / kg ka), joka johtui todennäköisesti reilusta kaliumlannoituksesta (152 kg/ ha / vuosi).

Tilojen 1 ja 2 kaliumlannoitus erosivat toisistaan selvästi, sillä tilalla 1 oli annettu lannoituksessa melkein puolet enemmän kaliumia kuin tilalla 2. Satomäärissä ja rehun kaliumpitoisuuksissa tämä ei kuitenkaan juuri näkynyt. Tila 2 sai vuosittain hieman suuremmat sadot verrattuna tilaan 1. Tuloksista voidaan päätellä, että tilan 2 vasta raivattu pello on voinut olla ravinteikkaampi ainakin typen osalta ja osaltaan sen vuoksi tuottaa paremmin satoa. Toisaalta kyseisen kasvulohkon pH oli matala (4,4) mistä voidaan päätellä, että ravinteet eivät pääse välttämättä kunnolla kasvin käyttöön. Pellojen ravinnereserveistä, yleisestä kasvukunnosta ja ojituksesta tai korjuun ajoittumisesta ei ollut tietoja. Ne voivat olla selittäviä tekijöitä tilojen erilaisiin satomääriin.

Tilallisten mielestä kaliumlannoitussuositukset ovat liian matalat kasvin tarpeeseen nähden kuin myös typen ja fosforin maksimilannoitusmäärät eivät riitä tyydyttämään kasvin tarvetta. Tilallisten näkemystä tukee havaintoruututuloksien negatiiviset peltotaseet ja rehujen pääosin matalahkot ravinnepitoisuudet. Pitkällä tähtäimellä negatiiviset peltotaseet eivät ole hyvä asia, vaan maan ravinnevarat köyhtyvät koko ajan yhä enemmän, mikä taas ei tue kestäväää kehitystä.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja ajankohtainen. Tuoretta kotimaista tutkimustietoa aiheesta löytyi riittävästi. Kaliumlannoituksen määriin liittyviä suosituksia löytyi vain Yaran lannoiteoppaasta, valtakunnallisia selkeitä ohjeita ei löytynyt. Kyselyyn osallistuneiden vähäinen määrä lannisti alkuun työn tekoa, mutta onneksi työhön saatiin lisää tutkimusaineistoa Yaralta havaintoruututuloksista ja Eurofins Viljavuuspalvelun tilastoista. Tutkimusaineiston määrä oli lopulta laaja ja aineiston rajaaminen osoittautui hankalaksi, sillä pääravinteita on vaikea käsitellä ja analysoida yksitellen ja nurmituloksia kertyi paljon.

Tuloksien käsittelyssä Excelin avulla kului aikaa yllättävän paljon. Tuloksia analysoidessa korostui monen tekijän huomiointi, kuten viljavuustiedot, viljelykasvi, lannoituksen ravinneäärät, satotasot ja rehuanalyysien tiedot sekä ulkoiset kasvutekijät. Opinnäytetyön aikataulu pysyi pitkälti suunnitelmien mukaisessa, ainoastaan raportin hiomisessa meni aikaa enemmän kuin suunnittelin.

Työn tulokset ovat mielestäni hyödyllisiä ja luotettavista lähteistä saatuja, erityisesti maaperän luontaisten kaliumvarojen ja kaliumlannoituksen suunnittelun näkökulmasta. Kyseistä asiaa on tutkittu viime aikoina ja reservikaliumtutkimuksia suositellaan tehtäväksi tiloilla, mutta tutkimuksia

ei vielä tehdä tarpeeksi paljon. Havaintotuloksien avulla pystytään vertailemaan ja arvioimaan erilaisten lannoitusten ravinnemäärien vaikutuksia satoihin, rehuanalyysihin ja ravinnetaseisiin. Tilojen tuloksista saadaan käsitys minkälaisia tilojen lannoitukset ovat ja miten ne ovat vaikuttaneet satoihin ja rehuanalyysihin. Tilojen rehuanalyysien tietoja arvioidessa tulee huomioida se, että kyseiset rehuanalyysit on todennäköisesti otettu laakasiilosta tai aumasta, jossa on myös muiden kasvulohkojen rehua.

Reservikaliumpitoisuuden analysoinnin merkitystä tulisi korostaa entisestään tilatasolla. Tuloksissa ilmeni, että vaikka keskimäärin karkeiden kivennäismaiden reservikaliumpitoisuudet olivat hyvällä tasolla, vaihteluvälit ovat suuret huonosta arveluttavan korkeaan saakka. Eloperäisillä mailla reservikaliumpitoisuudet olivat matalat, mutta siellä myös vaihteluvälit olivat suuria. Reservikaliumpitoisuuden tietäminen on kaliumlannoitusta suunniteltaessa erittäin hyödyllistä, sen avulla arvokas kaliumlannoitus voidaan kohdentaa oikeille kasvulohkoille. Kaliumlannoituksen suunnittelussa tulee myös huomioida satotaso.

Jatkokehittämisideaksi nousi kyselyn vastauksista fosforilannoitus ja sen merkitys nurmen viljelyssä ja ruokinnassa. Reservifosforista olisi mielenkiintoista saada lisää tietoa.

LÄHTEET

Eurofins Viljavuuspalvelu 2018. Viljavuustutkimuksen tulkinta. Eurofins Scientific. Viitattu 18.4.2018, <https://cdnmedia.eurofins.com/european-east/media/1818630/viljavuustutkimuksentulkinta2017teroprint.pdf>

Eurofins Viljavuuspalvelu 2017. Säilörehupaketti. Eurofins Scientific. Viitattu 30.3.2018, https://cdnmedia.eurofins.com/european-east/media/1818602/saeiloerehupaketti-muokattu-9_2017.pdf

GTK Geologian tutkimuskeskus 2017. Eloperäiset maalajit. Viitattu 12.3.2018, <http://weppi.gtk.fi/aineistot/mp-opas/eloperaisetmlajit.htm>.

GTK Geologian tutkimuskeskus 2018. Turve raaka- aineena. Viitattu 12.3.2018, <http://www.gtk.fi/geologia/luonnonvarat/turve/>

Hartikainen, H. 1992. Maaperä. Teoksessa Heinonen, R. (toim.) Maa, viljely ja ympäristö. Helsinki: Werner Söderström Oy. 9–89.

Hartikainen, H. 2009a. Maa- aineksen koostumus. Teoksessa Paasonen- Kivekäs, M., Peltomaa, R., Vakkilainen, P. & Äijö, H. (toim.) Maan vesi- ja ravinnetalous. Ojitus, kastelu ja ympäristö. Helsinki: Salaojayhdistys ry. 31–39.

Hartikainen, H. 2009b. Maalajit. Teoksessa Paasonen- Kivekäs, M., Peltomaa, R., Vakkilainen, P. & Äijö, H. (toim.) Maan vesi- ja ravinnetalous. Ojitus, kastelu ja ympäristö. Helsinki: Salaojayhdistys ry. 30–31.

Hotanen, J- P. 2016. Suomen turvemaiden tila. Luonnonvarakeskus Luke. Blogiartikkeli. Viitattu 29.3.2018, <https://www.luke.fi/blogi/suomen-turvemaiden-tila/>

Huang, P. M. 2005. Chemistry of potassium in soils. Teoksessa Tabatai, M. A. & Sparks, D. L. (toim.) Chemical processes in soils. Soil Science Society of America; Inc. Madison, Wisconsin, USA. 227–292.

Hyrkäs, M., Kykkänen, S., Virkajärvi, P., Pehkonen, A., Hyvärinen, T., Järvenranta, K., Suomela, R. & Kurki, P. 2014. Nurmien kaliumlannoitustarve. Teoksessa Huuskonen, A. (toim.) Kehitystä naudanlihan tuotantoon - loppuraportti. MTT raportti 167. MTT Jokioinen. Viitattu 3.4.2018, <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti167.pdf>.

Jaakkola, A. 1992. Kasvin ravitseminen. Teoksessa Heinonen, R. (toim.) Maa, viljely ja ympäristö. Helsinki: Werner Söderström Oy. 173–254.

Kleemola, J., Partanen, E., Kari, M. & Peltonen, J. 2009. Ravinnelähteet. Teoksessa Peltonen, J. & Harmoinen, T. (toim.) Ravinteet kasvintuotannossa. Tieto tuottamaan 127. ProAgria Keskusten Liitto. 32–47.

Kleemola, J. & Yli-Halla, M. 2009. Ravinteet kasvin eri kehitysvaiheissa. Teoksessa Peltonen, J. & Harmoinen, T. (toim.) Ravinteet kasvintuotannossa. Tieto tuottamaan 127. ProAgria Keskusten Liitto. 25–31.

Kykkänen, S. & Virkajärvi, P. 2014. Nurmen lannoitussuositukset muuttuvat. MTT Maaninka. Viitattu 11.2.2018, https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/toimipaikat/ruukki/Tietopankki/Pelto- ja nurmikasvit/Nurmi- ja nurmen%20lannoitussuositukset_%20kykkänen.pdf.

Lampela, E. 2014. Turvemaiden viljelyn nykytilanne ja tulevaisuuden näkymät Pohjois-Pohjanmaalla. Oinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu. Viitattu 12.3.2018, https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/83398/LAMPELA_ELISA.pdf?sequence=1.

Luonnonvarakeskus 2016. Nurmentuotanto. Viitattu 29.3.2018, <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/maatalous-ja-maaseutu/nurmentuotanto/>

Maatilahallituksen päätös tärkeimpien kasvilajien lajikkeista 32/ 1987. Viitattu 19.4.2018, <https://www.finlex.fi/data/sdliite/kart/0007.gif>

Maaseutuvirasto 2008. Ravinnetaseet. Ympäristön lisätoimenpide lannoituksen ja sadon ravinnemäärien seurantaan. Viitattu 2.4.2018, http://www.mavi.fi/fi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijä/Documents/Ravinnetaseohje_2008.pdf.

Maaseutuvirasto 2015. Ympäristösitoumuksen perustaso. Viitattu 13.3.2018, <http://www.mavi.fi/fi/tuet-ja-palvelut/viljelijä/Sivut/ymparistositoumuksen-perustaso.aspx>

Maaseutuvirasto 2016. Ympäristökorvauksen pakollisen koulutuksen materiaali. Viitattu 22.5.2018, http://www.mavi.fi/fi/tuet-ja-palvelut/viljelijä/Documents/Ympäristökorvauksen_pakollisen_koulutuksen_materiaali_v.%202.pdf

MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodi 07002. Luonnonvarakeskus (Luke). Viitattu 22.5.2018, https://portal.mtt.fi/portal/pls/portal/REHU_MTT.REHU_MTT_KAIKKITIEDOT_PACK.REPORT?p_kieli=1&p_feedcode=07002

MTT rehutaulukot 07 nurmisäilörehut (sis. nurmipalkokasvit), rehukoodi 07003. Luonnonvarakeskus (Luke). Viitattu 22.5.2018, https://portal.mtt.fi/portal/pls/portal/REHU_MTT.REHU_MTT_KAIKKITIEDOT_PACK.REPORT?p_kieli=1&p_feedcode=07003

Myllys, M. 1998. Soiden viljely. Teoksessa Vasander, H. (toim.) Suomen suot. Helsinki: Suoseura ry. 64–69.

Mäkelä, P., Seppänen, M., Stoddard, F. & Yli-Halla, M. 2008. Kasvutekijät. Teoksessa Peltokasvien tuotanto. Helsinki: Opetushallitus. 6–8.

Mäntylähti, V., Jaakkola, A. & Kari, M. 2009. Ravinteiden puutosoireet. Teoksessa Ravinteet kasvintuotannossa. Tieto tuottamaan 127. ProAgria Keskusten liitto. 51–58.

Niskanen, M. & Niemeläinen, O. 2010. Nurmikasvien ominaisuudet. Teoksessa Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. ProAgria Keskusten liitto. 31–33.

Nurmiopas 2014. Siemenistä säilörehuksi nurmiopas. Raisio agro. Viitattu 2.4.2018, https://www.raisioagro.com/c/document_library/get_file?uuid=b8636247-e5a3-4c65-9ff6-97d88f2f059f&groupId=12626.

Oulun ammattikorkeakoulu 2018. Tutkimus ja kehitys. Hankkeet. OmaNauta. Viitattu 29.3.2018, <http://www.oamk.fi/fi/tutkimus-ja-kehitys/hankkeet/omanauta1/tietoa-hankkeesta/>

Peltonen, S. & Sairanen, A. 2010. Nurmirehujen tuotantokustannusten hallinta. Teoksessa Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. ProAgria Keskusten liitto. Kariston Kirjapaino Oy, Hämeenlinna 2010. 11–12.

Rajala, J. 2006a. Maaperän ravinnevarojen hyväksikäyttö. Kalium. Luonnonmukainen maatalous. Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus, Mikkeli. Helsingin Yliopisto. Julkaisuja 80. 142–148.

Rajala, J. 2006b. Karjanlanta. Luonnonmukainen maatalous. Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus, Mikkeli. Helsingin Yliopisto. 149–167.

Rangel, Y. A. 2008. Quantifying Mineral Sources of Potassium in Agricultural Soils. Viitattu 13.3.2018, https://pub.epsilon.slu.se/1805/1/Andrist_Rangel_Avhandling_nr_53.2008.pdf.

Rinne, M. 2014. Rehuanalyysi. Etelä- Suomen laatuheinärenkaan syystapaaminen. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT) Kotieläintuotannon tutkimus. Viitattu 3.4.2018, https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Tietosiilo/Rehutietoutta/Naudat/Rehuanalyysi_hevoset_23.10.2014.pdf

Saarela, I. 2001. Maan kaliumvarojen käyttökelpoisuus nurmikasveilla. Nurmitutkimusten satoa- tuloksia lannoituksesta, palkokasveista, luomunurmista, laitumista, ruokonadasta. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT). Seminaari 30.3.2001. Säätytalo, Helsinki.

Sparks, D. L. 2000. Bioavailability of soil potassium. Teoksessa Sumner, M. E. (toim.) Hand- book of soil science. CRC Press, Boca Raton, FL. 38–52.

Terminen kasvukausi 2016. Ilmatieteenlaitos. Viitattu 20.5.2018. <http://ilmatieteenlaitos.fi/kasvukausi-2017>

Terminen kasvukausi 2017. Ilmatieteenlaitos. Viitattu 23.5.2018,
<http://ilmatieteenlaitos.fi/kasvukausi-2017>

Turtola, E., Salo, T., Miettinen, A., Iho, A., Valkama, E., Rankinen, K., Virkajärvi, P., Tuomisto, J., Sipilä, A., Muurinen, S., Turakainen, M., Lemola, R., Jauhiainen, L., Uusitalo, R., Grönroos, J., Myllys, M., Heikkinen, J., Merilaita, S., Cano Bernal, J., Savela, P., Kartio, M., Salopelto, J., Finér, A. & Jaakkola, M. 2017. Hyötyä taseista. Ravinnetaseiden tulkinta ympäristön ja viljelyn hyödyksi. Luonnonvarakeskus (Luke). Helsinki. Viitattu 2.4.2018,
http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/538541/luke-luobio_15_2017.pdf?sequence=10&isAllowed=y.

Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/ 2014. Viitattu 13.3.2018,
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20141250#P10>

Valtioneuvoston asetus ympäristökorvauksesta 235/ 2015. Viitattu 29.5.2018,
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150235?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=235%2F2015>

Virkajärvi, P., Isoaho, M., Hyrkäs, M., Sihto, U., Rätty, M. & Kauppila, R. 2012. Maan reservikalium ja nurmien kaliumlannoitus. Maataloustieteen Päivät 2012. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT). Viitattu 28.3.2018,
https://www.researchgate.net/publication/320417081_Maan_reservikalium_ja_nurmien_kaliumlannoitus.

Virkajärvi, P., Kykkänen, S., Hyrkäs, M., Järvenranta, K. & Rätty, M. 2016. Nurmien lannoitus-satovasteet, rehun laatu ja tuotantokustannukset. Luonnonvarakeskus (Luke). Nurmen tuotantokustannukseen vaikuttavat tekijät- tuotantopanoksien hallinta- seminaari. Seinäjoki. Viitattu 3.4.2018,
https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/virkajarvi-npk_satovasteet_rehun_laatu_ja_kustannus_seinajoki_pv_julkaisu.pdf

Virkajärvi, P., Kykkänen, S., Rätty, M., Hyrkäs, M., Järvenranta, K., Isoaho, M. & Kauppila, R. 2014. Nurmien kaliumtalous. Maan reservikaliumin merkitys kaliumlannoituksen suunnittelussa. Maa- ja

elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT). MTT raportti 165. Viitattu 11.2.2018, <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/485102/mttraportti165.pdf?sequence=1>

Virkajärvi, P. & Pakarinen, K. 2010. Nurmikasvien kehittyminen ja kasvu. Teoksessa Peltonen, S., Puuronen, T. & Harmoinen, T. (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. ProAgria Keskusten liitto. 25–30.

Virkajärvi, P., Saarijärvi, K. & Nykänen, A. 2010. Nurmien lannoitustarve. Teoksessa Peltonen, S., Puuronen, T. & Harmoinen, T. (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. ProAgria Keskusten liitto. 58–66.

Vorne, V. & Karppinen, S. 2016. Pellolta pöytään 2016. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 20/2017. Luonnonvarakeskus (Luke). Viitattu 2.4.2018, <http://jukuri.luke.fi/handle/10024/538843>

Vuoden 2016 sää. Ilmatieteenlaitos. Viitattu 20.5.2018, <http://ilmatieteenlaitos.fi/vuosi-2016>

Yara Suomi 2018. Leipä leveämmäksi 1/2018. Yara Suomen lehti maatalouden ammattilaisille 66. vuosikerta. 2.

Yara lannoiteopas 2016- 2017. Viitattu 20.6.2018, <https://brandlibrary.yara.com/download.php?docid=doc6qfynmgrz9g9z0u46xx&variant=master&type=original>

Yli-Halla, M. 2009. Kasviravinteet. Teoksessa Peltonen, J. & Harmoinen, T. (toim.) Ravinteet kasvintuotannossa. Tieto tuottamaan 127. ProAgria Keskusten Liitto. 6–18.

Yli-Halla, M. 2017a. Ota huomioon maalajien ominaisuudet. Teoksessa Peltonen, S. & Anttila, S. (toim.) Peltojen kunnostus. Tieto tuottamaan 143. ProAgria Keskusten Liitto ja Luonnonvarakeskus (Luke). 15–19.

Yli-Halla, M. 2017b. Viljavuus pellon kasvukunnon perustana. Teoksessa Peltonen, S. & Anttila, S. (toim.) Peltojen kunnostus. Tieto tuottamaan 143. ProAgria Keskusten Liitto ja Luonnonvarakeskus (Luke). 34–38.

Kysely tilojen kaliumlannoituksesta

Kyselyn tarkoituksena on selvittää tilatasolla kaliumlannoituksen määriä ja lannoituksen vaikutuksia säilörehunurmen satoon. Tarkastelun kohteeksi valikoitui maalajeista turvemaata ja IV- viljelyvyöhyke. IV- viljelyvyöhykkeellä on runsaasti turvemaita viljelyssä ja turvemaata on todettu olevan ravinnepöyhää. Aihetta on tutkittu viime vuosina ja tutkimusten pohjalta kaliumlannoitus suosituksia päivitetään.

Vastaaminen

Kyselyyn vastaamisessa menee aikaa reilut 15 minuuttia. Kyselyyn voi valmistautua etukäteen valitsemalla yksi turvemaaloikka, jolla on ollut nurmikierto (perustamisvuosi + 3 satovuotta) 2010-luvulla. Kyseiseltä nurmikierrolta ja lohkolta tulee löytyä täydelliset tiedot sadoista, lannoituksesta, viljavuusanalyysit ja kyseisen lohkon sadoista rehuanalyysit (+ kivennäisanalyysi) ja mahdollinen lanta-analyysi. Voit vaihtoehtoisesti lähettää yllä mainitut asiakirjat skannattuna sähköpostin välityksellä osoitteeseen l4lati00@students.oamk.fi ja niiltä osin hypätä kysymysten yli kyselyssä.

Kyselyyn osallistuminen on vapaaehtoista ja kyselyn vastaukset käsitellään luottamuksellisesti sekä tulokset esitetään niin, että yksittäisiä vastauksia ei pystytä tunnistamaan.

Vastaathan kyselyyn 18.3.2018 mennessä

Kysely on osa opinnäytetyötä, jonka toimeksiantajana ovat OAMK OmaNauta- hanke ja Yara Suomi. Kyselyn tuloksia tullaan hyödyntämään OmaNauta- hankkeessa ja Yara Suomen toiminnassa.

Lisää tietoa kyselystä antaa OAMK agrologiopiskelija Tiina Lämsä 040 582 9625 tai sähköpostin välityksellä l4lati00@students.oamk.fi

Kysely tiloille kaliumlannoituksesta ja sen vaikutuksesta säilörehunurmien satoon

Kyselyn tarkoituksena on selvittää tilojen kaliumlannoitusta ja sen vaikutusta nurmen satoihin. Erityisesti halutaan selvittää lannoitus ja satotietoja tilan yhdeltä turvemaan lohkolta nurmenkierron ajalta (perustamisvuosi + 3 satovuotta) 2010-luvulta. Kyselyssä tarvittavat tiedot löytyy valitun turvemaalohkon lohkokorteista, viljavuus- ja rehuanalyyseista (+ kivennäisanalyysi) kyseisiltä vuosilta.

Voit vastata kaikkiin kysymyksiin itse tai vaihtoehtoisesti voit lähettää sähköpostissa skannatut lohkokortit, viljavuus- ja rehuanalyysit sekä mahdollinen karjanlanta-analyysi. Ja hypätä niitä koskevien kysymysten yli kyselyssä. Lohkokorteista tulee löytyä täydelliset tiedot sadoista, lannoituksesta ja rehuanalyysit tulisi olla valitun turvemaalohkon sadoista.

Tilan tuotanto

Tässä kyselyn osassa tarvitset tietoja tilan mahdollisen karjanlannan lanta-analyysistä ja käytetyistä väkilannoitteista (kauppanimet). Voit täyttää tämän kyselyn osan itse tai lähettää skannatut lanta-analyysit sähköpostitse ja hypätä niiltä osin kysymysten yli seuraavaan kohtaan.

1. Mikä on tilan päätuotantomuoto?

- ☐ Kasvinviljely
- ☐ Maidontuotanto
- ☐ Lihantuotanto
- ☐ Maidontuotannon ja lihan tuotannon yhdistelmä

2. Mikä on tilan mahdollisen karjanlannan levitysmenetelmä nurmikierrossa? Onko kuivalanta vai lietelanta?

3. Lanta- analyysin kaliumpitoisuus g/ kg ka ja kg/ tn

Valitse sellainen lanta- analyysi, jota on käytetty valitulle turvemaalohkolle ja valitulla nurmenkierrolla. Voit vaihtoehtoisesti skannata kyseisen lanta- analyysin ja lähettää sähköpostitse ja hypätä seuraavaan kysymykseen.

Kalium g/ kg ka

Kalium kg/ tn

4. Mitä väkilannoitteita tilalla käytetään?

Kaikki väkilannoitteet kauppanimillä

5. Määritetäänkö tilalla satomäärät, jos niin miten?

6. Minkälainen on tilan säilörehun varastointimenetelmä?

Keskeytä

(Sivu 1 / 7)

Kysely tiloille kaliumlannoituksesta ja sen vaikutuksesta säilörehunurmien satoon

Kasvulohkon tiedot

Tässä kyselyn osassa tarvitset valitun turvemaalohkon lohkokortteja ja viljavuusanalyysin tietoja. Voit täyttää tämän kyselyn osan itse tai lähettää skannatut lohkokortit ja viljavuusanalyysit sähköpostitse ja hypätä niiltä osin kysymysten yli seuraavaan kohtaan.

7. Mikä on kasvulohkon maalaji?

- ☐ Ruskosammalsaraturve (BCt)
- ☐ Saraturve (Ct)
- ☐ Metsäsaraturve (LCt)
- ☐ Rahkasaraturve (SCt)
- ☐ Sararahkaturve (CSt)
- ☐ Metsärahkaturve (LSt)
- ☐ Rahkaturve (St)

8. Minkä kokoinen valittu kasvulohko on?

ha

9. Monta vuotta kyseinen lohko on ollut viljelyssä?

- ☐ 1- 5 vuotta
- ☐ 6-10 vuotta
- ☐ 11-20 vuotta
- ☐ yli 20 vuotta

10. Onko lohkolle laitettu biotiittia 2010- luvulla?

- ☐ Kyllä
- ☐ Ei

11. Onko lohkolta määritetty reservikalium? Jos on, niin milloin ja mikä oli tulos?

12. Milloin on viimeisin viljavuusanalyysi tehty?

13. Viljavuusanalyysin tiedot: pH

pH

14. Viljavuusanalyysin tiedot: P (fosfori)

P

15. Viljavuusanalyysin tiedot: K (kalium)

K

16. Viljavuusanalyysin tiedot: Ca (kalsium)

Ca

17. Viljavuusanalyysin tiedot: Mg (magnesium)

Mg

Keskeytä

(Sivu 2 / 7)

Kysely tiloille kaliumlannoituksesta ja sen vaikutuksesta säilörehunurmien satoon

Perustamisvuoden lannoitus ja satotiedot

Tässä kyselyn osassa tarvitset valitun turvemaalohkon satotietoja, lohkokortteja ja rehuanalyysin tietoja. Voit täyttää tämän kyselyn osan itse tai lähettää skannatut lohkokortit ja rehuanalyysit sähköpostitse ja hypätä niiltä osin kysymysten yli seuraavaan kohtaan.

18. Minä vuonna nurmikierto on perustettu valituille turvemaalohkoille?

Vuonna

19. Mikä on perustamisvuonna kylvetty nurmilaji/ nurmiseos ja mahdollinen suojavilja?

Valitun nurmikierron perustamisvuoden kylvetyt nurmikasvit ja mahdollinen suojavilja

- ☐ Timotei
☐ Ruokonata
☐ Nurminata
☐ Puna- apila
☐ muu,
mikä?

20. Jos perustamisvuonna nurmi on perustettu suojaviljaan, onko oljet korjattu?

21. Perustamisvuoden satotiedot kg ka/ ha

1. sato
2. sato

22. Perustamisvuoden typpilannoitus kg/ ha/ vuosi

1. sato
2. sato
yhteensä

23. Perustamisvuoden kaliumlannoitus kg/ ha / vuosi

1. sato

2. sato

yhteensä

24. Perustamisvuoden fosforilannoitus kg/ ha/ vuosi

1. sato

2. sato

yhteensä

25. Mahdollisen karjanlannan osuus lannoituksesta

tn/ ha

26. Perustamisvuoden rehuanalyysin tiedot; raakavalkuainen ja kivennäisanalyysistä P (fosfori) ja K (kalium)

1. sato

Raakavalkuainen g/ kg ka

P g/ kg ka

K g/ kg ka

2. sato

Raakavalkuainen g/ kg ka

P g/ kg ka

K g/ kg ka

Keskeytä

(Sivu 3 / 7)

Kysely tiloille kaliumlannoituksesta ja sen vaikutuksesta säilörehunurmien satoon

Ensimmäisen satovuoden lannoitus ja satotiedot

Tässä kyselyn osassa tarvitset valitun turvemaalohkon satotietoja, lohkokortteja ja rehuanalyysin tietoja. Voit täyttää tämän kyselyn osan itse tai lähettää skannatut lohkokortit ja rehuanalyysit sähköpostitse ja hypätä niiltä osin kysymysten yli seuraavaan kohtaan.

27. Ensimmäisen satovuoden satotiedot kg ka/ ha

1. sato	<input type="text"/>
2. sato	<input type="text"/>
3. sato	<input type="text"/>

28. Ensimmäisen satovuoden typpilannoitus kg/ ha/ vuosi

1. sato	<input type="text"/>
2. sato	<input type="text"/>
3. sato	<input type="text"/>
yhteensä	<input type="text"/>

29. Ensimmäisen satovuoden kaliumlannoitus kg/ ha/ vuosi

1. sato	<input type="text"/>
2. sato	<input type="text"/>
3. sato	<input type="text"/>
yhteensä	<input type="text"/>

30. Ensimmäisen satovuoden fosforilannoitus kg/ ha/ vuosi

1. sato	<input type="text"/>
2. sato	<input type="text"/>
3. sato	<input type="text"/>

yhteensä

31. Mahdollisen karjanlannan osuus lannoituksesta

tn/ ha

32. Ensimmäisen satovuoden rehuanalyysin tiedot; raakavalkuainen ja kivennäisanalyysistä P (fosfori) ja K (kalium)

1. sato

Raakavalkuainen g/ kg ka

P g/ kg ka

K g/ kg ka

2. sato

Raakavalkuainen g/ kg ka

P g/ kg ka

K g/ kg ka

3. sato

Raakavalkuainen g/ kg ka

P g/ kg ka

K g/ kg ka

Keskeytä

(Sivu 4 / 7)

Kysely tiloille kaliumlannoituksesta ja sen vaikutuksesta säilörehunurmien satoon

Toisen satovuoden lannoitus ja satotiedot

Tässä kyselyn osassa tarvitset valitun turvemaalohkon satotietoja, lohkokortteja ja rehuanalyysin tietoja. Voit täyttää tämän kyselyn osan itse tai lähettää skannatut lohkokortit ja rehuanalyysit sähköpostitse ja hypätä niiltä osin kysymysten yli seuraavaan kohtaan.

33. Toisen satovuoden satotiedot kg ka/ ha

1. sato	<input type="text"/>
2. sato	<input type="text"/>
3. sato	<input type="text"/>

34. Toisen satovuoden typpilannoitus kg/ ha/ vuosi

1. sato	<input type="text"/>
2. sato	<input type="text"/>
3. sato	<input type="text"/>
yhteensä	<input type="text"/>

35. Toisen satovuoden kaliumlannoitus kg/ ha/ vuosi

1. sato	<input type="text"/>
2. sato	<input type="text"/>
3. sato	<input type="text"/>
yhteensä	<input type="text"/>

36. Toisen satovuoden fosforilannoitus kg/ ha/ vuosi

1. sato	<input type="text"/>
2. sato	<input type="text"/>
3. sato	<input type="text"/>

yhteensä

37. Mahdollisen karjanlannan osuus lannoituksesta

tn/ ha

38. Toisen satovuoden rehuanalyysin tiedot; raakavalkuainen ja kivennäisanalyysistä P (fosfori) ja K (kalium)

1. sato

Raakavalkuainen g/ kg ka

P g/ kg ka

K g/ kg ka

2. sato

Raakavalkuainen g/ kg ka

P g/ kg ka

K g/ kg ka

3. sato

Raakavalkuainen g/ kg ka

P g/ kg ka

K g/ kg ka

Keskeytä

(Sivu 5 / 7)

Kysely tiloille kaliumlannoituksesta ja sen vaikutuksesta säilörehunurmien satoon

Kolmannen satovuoden lannoitus ja satotiedot

Tässä kyselyn osassa tarvitset valitun turvernaalohkon satotietoja, lohkokortteja ja rehuanalyysin tietoja. Voit täyttää tämän kyselyn osan itse tai lähettää skannatut lohkokortit ja rehuanalyysit sähköpostitse ja hypätä niiltä osin kysymysten yli seuraavaan kohtaan.

39. Kolmannen satovuoden satotiedot kg ka/ ha

1. sato	<input type="text"/>
2. sato	<input type="text"/>
3. sato	<input type="text"/>

40. Kolmannen satovuoden typpilannoitus kg/ ha/ vuosi

1. sato	<input type="text"/>
2. sato	<input type="text"/>
3. sato	<input type="text"/>
yhteensä	<input type="text"/>

41. Kolmannen satovuoden kaliumlannoitus kg/ ha/ vuosi

1. sato	<input type="text"/>
2. sato	<input type="text"/>
3. sato	<input type="text"/>
yhteensä	<input type="text"/>

42. Kolmannen satovuoden fosforilannoitus kg/ ha/ vuosi

1. sato	<input type="text"/>
2. sato	<input type="text"/>
3. sato	<input type="text"/>

yhteensä

43. Mahdollisen karjanlannan osuus lannoituksesta

tn/ ha

44. Kolmannen satovuoden rehuanalyysin tiedot; raakavalkuainen ja kivennäisanalyysistä P (fosfori) ja K (kalium)

1. sato

Raakavalkuainen g/ kg ka

P g/ kg ka

K g/ kg ka

2. sato

Raakavalkuainen g/ kg ka

P g/ kg ka

K g/ kg ka

3. sato

Raakavalkuainen g/ kg ka

P g/ kg ka

K g/ kg ka

Keskeytä

(Sivu 6 / 7)

Kysely tiloille kaliumlannoituksesta ja sen vaikutuksesta säilörehunurmien satoon

Viljelijän arvio nurmien kaliumtaloudesta

45. Saadaanko mielestäsi nykyisellä lannoitevalikoimalla/ maanparannusaineilla/ karjanlannan käytöllä nurmen kalium tarve tyydytettyä?

46. Onko maanparannusaineita käytössä nurmenkierrossa, jos on niin mitä?

47. Miten havainnoit kaliumtarvetta lohkoittain?

48. Onko tilalla käytetty jotain erityisiä keinoja kaliumlannoituksen kuntoon saamiseksi?

49. Mikä on mielestäsi kaliumlannoitus suositusten suhde tilan tarpeisiin?

50. Miten arvioisit muiden pääravinteiden (typen ja fosforin) käyttömäärien riittävyyttä?

Keskeytä

(Sivu 7 / 7)

Taulukko Eurofins Viljavuuspalvelun multamaan (Mm) kuntakohtaisista kaliumpitoisuuksista IV–V viljelyvyöhykkeeltä. Korkeimmat ja matalimmat tulokset eroteltu värillä.

Kunta	Viljavuus K mg/ l	Reservi K mg/ l
Vaala	36	178
	62	122*
	180	499
Sotkamo	120	885
	68	618
Suomusalmi	69	228
Tervola	53	475
	40	209
	47	190
	43	242
Pyhäjärvi	31*	178
	52	235
	91	541
Nivala	39	418
Kajaani	34	204
	55	292
	52	491
	63	553
	70	502
	80	480
Kalajoki	63	904
Iisalmi	180	595
	81	382
Kiuruvesi	48	544
	130	653
	55	301
	47	588
	60	622
	70	545
Lapua	220	906
	170	1150
	110	758
	170	936
	110	689
	120	1190*
	130	954
	260*	897

Lestijärvi	33	151
Lieksa	94	624
Perho	120	748
	83	773
	120	748
	83	773
Pihtipudas	180	1010
	130	864
	160	1140
	54	370
	120	725
	110	757
	87	981
Slevi	110	1050
	67	523
	150	857
	59	362
	48	656
Veteli	64	463
	82	577
	78	503
	79	503
	75	359
Viitasaari	140	1030
	150	550
	100	741
	64	403
	72	430
	76	475
keskiarvo	91	594
vaihteluväli	31-260	122-1190

Taulukko Eurofins Viljavuuspalvelun metsäsaraturpeen (LCt) kuntakohtaisista kaliumpitoisuuksista IV–V viljelyvyöhykkeeltä. Korkeimmat ja matalimmat tulokset eroteltu värillä.

Kunta	Viljavuus K mg/ l	Reservi K mg/ l
Sievi	200*	412
Saarijärvi	71	1990*
	71	158
Kirurvesi	93	356
	86	535
	110	438

	68	227
	39	97
	40	137
	38	128
	86	237
	65	91
	37	55*
Pyhäjärvi	84	103
	59	100
Kajaani	70	253
	120	245
Pudasjärvi	32*	140
	39	92
	47	139
Sotkamo	40	62
keskiarvo	67	208
vaihteluväli	32–200	55–1990

Taulukko Suomen Ympäristöpalvelun eloperäisten maiden kuntakohtaisista keskimääräisistä reservikaliumpitoisuuksista ja viljavuuskalium luokiteltuna viljavuusluokkiin. Korkein ja matalin tulos eroteltu värillä.

Kunta	Näytteiden määrä	Reservikalium mg/ l	Viljavuusluokka				
			Huono	Huononlainen	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä
Alavieska	9	1018	0	1	4	4	0
Haapajärvi	14	470	3	5	6	0	0
Haapavesi	31	398	6	16	8	1	0
Halsua	3	287	1	2	0	0	0
Hankasalmi	1	290	0	1	0	0	0
Hartola	1	170	1	0	0	0	0
Helsinki	25	923	1	0	19	5	0
Himanka	5	382	1	4	0	0	0
Iisalmi	1	1180	0	0	0	1	0
Jurva	2	430	0	1	1	0	0
Juva	1	750	0	0	1	0	0
Jämijärvi	10	938	0	2	3	5	0
Kajaani	2	235	1	1	0	0	0
Kalajoki	46	337	22	14	8	2	0
Kangasala	1	920	0	0	1	0	0
Kannus	1	330	0	1	0	0	0
Karstula	2	460	0	1	1	0	0
Karvia	1	440	0	1	0	0	0
Kesälahti	5	416	2	1	2	0	0
Kihniö	3	380	0	3	0	0	0
Kiiminki	1	270	0	1	0	0	0
Kitee	13	602	3	5	1	4	0
Kittilä	2	102,5	2	0	0	0	0
Kiuruvesi	9	791	2	1	3	3	0
Kontiolahti	2	145	2	0	0	0	0
Kortesjärvi	8	786	0	1	5	2	0
Kuhmo	5	240	3	2	0	0	0
Kuopio	1	850	0	0	1	0	0
Kuortane	2	515	0	1	1	0	0
Kuusamo	1	96*	1	0	0	0	0
Kälviä	10	601	0	1	9	0	0

Kärsämäki	17	572	4	3	7	3	0
Laihia	1	3030	0	0	0	0	1
Lapinlahti	8	243	5	2	1	0	0
Lapua	3	753	0	0	2	1	0
Lempäälä	4	5388*	0	0	0	0	4
Lieksa	2	495	0	1	1	0	0
Lohtaja	5	418	1	2	2	0	0
Maaninka	2	370	0	2	0	0	0
Muhos	9	325	5	2	2	0	0
Nilsjä	1	710	0	0	1	0	0
Nivala	40	799	1	7	25	6	1
Noormarkku	7	1437	0	0	1	6	0
Nummi-pusula	1	1470	0	0	0	1	0
Oulainen	21	374	10	5	5	1	0
Oulu	1	2800	0	0	0	0	1
Outokumpu	7	596	1	1	4	1	0
Parikkala	3	550	0	1	2	0	0
Perho	4	245	3	0	1	0	0
Pielavesi	6	852	0	0	5	1	0
Pihtipudas	3	750	0	0	3	0	0
Polvijärvi	12	533	0	6	5	1	0
Posio	1	280	0	1	0	0	0
Puolanka	1	180	1	0	0	0	0
Pyhäjoki	11	358	4	5	2	0	0
Pyhärv	1	280	0	1	0	0	0
Pyhäntä	2	300	1	1	0	0	0
Pyhäselkä	7	824	0	3	1	3	0
Rantsila	11	446	2	5	4	0	0
Rautalampi	1	720	0	0	1	0	0
Reisjärvi	34	405	14	8	8	4	0
Rovaniemen mlk	1	270	0	1	0	0	0
Ruukki	18	345	7	6	4	1	0
Rääkkylä	7	235	6	0	1	0	0
Saarijärvi	3	743	0	0	3	0	0
Savitaipale	4	215	3	1	0	0	0
Sievi	4	728	0	1	2	1	0
Siikajoki	6	192	5	1	0	0	0
Siikalatva	4	283	2	2	0	0	0
Sodankylä	2	118	2	0	0	0	0
Sonkajärvi	1	820	0	0	1	0	0
Sotkamo	12	424	3	4	5	0	0

Sulkava	1	160	1	0	0	0	0
Suomussalmi	1	110	1	0	0	0	0
Teuva	1	1260	0	0	0	1	0
Tohmajärvi	3	590	0	2	1	0	0
Toholampi	1	240	1	0	0	0	0
Tornio	2	600	1	0	1	0	0
Tyrnävä	1	1130	0	0	0	1	0
Ullava	1	420	0	1	0	0	0
Urkala	1	1400	0	0	0	1	0
Utajärvi	27	499	5	11	9	2	0
Vaala	56	283	32	16	8	0	0
Valtimo	2	600	0	1	1	0	0
Vihanti	14	180	12	2	0	0	0
Vuolijoki	5	294	1	4	0	0	0
Yli-Ii	2	460	0	1	1	0	0
Ylitornio	7	716	3	1	1	2	0
Yhteensä näytteitä	645		193	183	198	64	7
Keskiarvo		538					
Vaihteluväli		96–5388					